

**ESTUDO DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS DA BACIA DO  
RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ: FLORA E DINÂMICA  
SAZONAL**

ROGÉRIO ANTONIO KRUPEK

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação  
em Botânica da Universidade Federal do Paraná-UFPR,  
como parte dos requisitos para obtenção do grau de  
Mestre em Botânica.

Curitiba  
Fevereiro de 2006

**ESTUDO DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS DA BACIA DO  
RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ: FLORA E DINÂMICA  
SAZONAL**

ROGÉRIO ANTONIO KRUPEK

Orientador: CIRO CESAR ZANINI BRANCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação  
em Botânica da Universidade Federal do Paraná-UFPR,  
como parte dos requisitos para obtenção do grau de  
Mestre em Botânica.

Curitiba  
Fevereiro de 2006

## AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo foi possível somente devido ao auxílio e colaboração de diversas pessoas e instituições, que direta ou indiretamente participaram deste trabalho. A todos, os meus mais profundos e sinceros agradecimentos. Gostaria de agradecer, especialmente às seguintes pessoas e instituições:

Ao CNPq, pelo suporte financeiro através da bolsa de Mestrado.

À Secretaria de Pós-Graduação em Botânica da UFPR e ao Departamento de Ciências Biológicas da UNESP - Campus de Assis, por terem me permitido a utilização irrestrita de suas dependências durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO pela cessão dos laboratórios e equipamentos de campo.

À Secretaria de Meio Ambiente do município de Guarapuava, pela concessão de veículo para a realização das coletas.

Ao Dr. Ciro Cesar Zanini Branco, na figura de meu orientador e amigo, por sua presença em todos os momentos durante o decorrer de todo este período, pelos momentos de aprendizado.

À Dra. Thelma Ludwig, co-orientadora, pelo auxílio no meu processo de aprendizagem.

Ao Dr. Orlando Necchi Jr., pelo auxílio nas identificações das espécies da divisão Rhodophyta.

Ao amigo Cleto Kaveski Peres pelo auxílio durante os trabalhos de campo.

Aos amigos Marcão, Luciano, Eloir, Clerito, Cristiano, Capote pela ajuda sempre presente em todos os momentos tanto de dificuldade quanto de descontração.

Aos colegas de turma: Deisiane, Daniela, Gisele, Michela, Cinthia, Ana Cristina, Juliany, Letícia, Ari, Igor, Juliano, Rodrigo, Dieter, Pedro e Thiago pelo bom tempo de convivência e amizade.

Aos amigos de Assis: Davi, Rafael, Rafael Hirata e à prof<sup>a</sup>. Rosana pelos momentos agradáveis durante o transcorrer do curso.

Ao amigo Dr. Pitagoras da Conceição Bispo, pela ajuda com a estatística e por momentos de aprendizado e descontração.

Aos meus irmãos Osvaldo, Márcia, Edilson e Adalton e à Zilda e Roberto pelo apoio essencial durante todo o tempo, obrigado por tudo. Meu sobrinho Felipe, meu amiguinho e companheiro de todas as horas, pelos momentos de alegria.

Aos meus pais Leoni e Antonio, por terem me dado a oportunidade, sem restrições, de seguir o caminho ao qual escolhi, obrigado pela presença sempre constante.

À minha querida Fernanda, que, apesar da distância, esteve sempre ao meu lado, obrigado pela paciência e compreensão, por todo seu amor e por me fazer muito feliz.

À meus pais, Antonio e Leoni,  
a quem devo tudo o que sou.

À minha doce Fezinha, sentido  
da minha vida.

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	01
2. Material e Métodos.....	07
2.1. Caracterização da Área de Estudos.....	07
2.1.1. Área de Estudos.....	07
2.1.2. Geologia, Geomorfologia e Pedologia.....	07
2.1.3. Vegetação e Remanescentes Florestais.....	08
2.1.4. Clima.....	10
2.2. Levantamento Florístico da Bacia do Rio das Pedras.....	10
2.2.1. Pontos de Amostragem.....	10
2.3. Estudo de Acompanhamento Sazonal das Comunidades Seleccionadas.....	11
2.3.1. Pontos de Amostragem.....	11
2.3.2. Caracterização dos Pontos de Amostragem.....	11
2.4. Métodos de Amostragem.....	12
2.5. Análises Ambientais.....	14
2.6. Análise Taxonômica.....	15
2.7. Análise dos Dados.....	16
3. Resultados.....	18
3.1. Levantamento Taxonômico.....	18
3.1.1. Cyanobacteria.....	21
3.1.2. Chlorophyta.....	26
3.1.3. Heterokontophyta.....	31
3.1.4. Rhodophyta.....	31
3.1.5. Variáveis Ambientais.....	34
3.1.6. Distribuição das Espécies.....	36

3.2. Estudo de Acompanhamento Sazonal das Comunidades de Macroalgas Seleccionadas.....	39
3.2.1. Ambientais.....	Variáveis39
3.2.2. Análise Global da Composição das Comunidades.....	48
4. Discussão.....	60
4.1. Levantamento Taxonômico.....	60
4.2. Acompanhamento da Dinâmica Sazonal.....	67
4.2.1. Ambientais.....	Variáveis67
4.2.2. Dinâmica Sazonal das Comunidades de Macroalgas.....	72
5. Resumo.....	79
6. Abstract.....	81
7. bibliográficas.....	Referências83
8. Figuras.....	90

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras.....	09
<b>Tabela 2.</b> Ocorrência das espécies de macroalgas encontradas na Bacia do Rio das Pedras.....	19
<b>Tabela 3.</b> Características dos pontos de amostragem na Bacia do Rio das Pedras.....	35
<b>Tabela 4.</b> Resultados (média e desvio padrão) das variáveis ambientais encontrados nos riachos da Bacia do Rio das Pedras.....	36
<b>Tabela 5.</b> Resultados dos coeficientes de correlação $r$ de Pearson entre as variáveis analisadas pelas técnicas de transeção nos pontos de amostragem da Bacia do Rio das Pedras.....	36
<b>Tabela 6.</b> Número e abundância de espécies de macroalgas encontradas nos pontos de amostragem da Bacia do Rio das Pedras.....	37
<b>Tabela 7.</b> Valores ( $N=12$ ) encontrados para as variáveis físicas e químicas estudadas durante o período de abril de 2004 a março de 2005 no Ponto 01 da Bacia do Rio das Pedras.....	41
<b>Tabela 8.</b> Valores significativos ( $n = 12$ ) dos coeficientes de correlação $r$ de Pearson entre as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio Guabiroba.....	41
<b>Tabela 9.</b> Valores ( $N=12$ ) encontrados para as variáveis físicas e químicas estudadas durante o período de abril de 2004 a março de 2005 no Ponto 02 da Bacia do Rio das Pedras.....	43
<b>Tabela 10.</b> Valores significativos ( $n = 12$ ) dos coeficientes de correlação $r$ de Pearson entre as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio das Pedras.....	43



<b>Tabela 11.</b> Valores (N=12) encontrados para as variáveis físicas e químicas estudadas durante o período de abril de 2004 a março de 2005 no Ponto 03 da Bacia do Rio das Pedras.....	45
<b>Tabela 12.</b> Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio Saltinho.....	46
<b>Tabela 13.</b> Valores mínimos, máximos, médios (N=12) e desvio padrão encontrados para as variáveis físicas e químicas estudadas durante o período de abril/04 a março/05 na Bacia do Rio das Pedras.....	46
<b>Tabela 14.</b> Lista de espécies encontradas, respectivos pontos de amostragem e mês de ocorrência.....	49
<b>Tabela 15.</b> Número e abundância de espécies de macroalgas encontradas no Rio Guabiroba durante o período de amostragem.....	52
<b>Tabela 16.</b> Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis biológicas e as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio Guabiroba. ....	54
<b>Tabela 17.</b> Número e abundância de espécies de macroalgas encontradas no Rio das Pedras durante o período de amostragem.....	55
<b>Tabela 18.</b> Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis biológicas e as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio das Pedras.....	56
<b>Tabela 19.</b> Número e abundância de espécies de macroalgas encontradas no Rio Saltinho durante o período de amostragem.....	57
<b>Tabela 20.</b> Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis biológicas e as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio Saltinho.....	58

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização geral da Bacia do Rio das Pedras, no município de Guarapuava, estado do Paraná, sul do Brasil.....	91
<b>Figura 2.</b> Detalhe da Bacia do Rio das Pedras mostrando a localização dos 19 pontos de amostragem utilizados no estudo de levantamento taxonômico e os três pontos (circulados) selecionados para o acompanhamento da dinâmica sazonal das comunidades de macroalgas.....	92
<b>Figura 3.</b> <i>Fischerella</i> sp. Parte do filamento mostrando ramificação verdadeira (ponta de seta).....	93
<b>Figura 4.</b> <i>Geitlerinema amphibium</i> .....	93
<b>Figura 5.</b> <i>Konvophoron schimdlei</i> - Vista geral da colônia, mostrando heterocito (ponta de seta).....	93
<b>Figura 6.</b> <i>Konvophoron schimdlei</i> - Detalhe do filamento mostrando necrídio (ponta de seta).....	93
<b>Figura 7.</b> <i>Nostoc verrucosum</i> - Detalhe da colônia mostrando filamento com heterocito basal (ponta de seta).....	93
<b>Figura 8.</b> <i>Nostoc verrucosum</i> - Filamento com heterocito intercalar (ponta de seta).....	93
<b>Figura 9.</b> <i>Nostochopsis lobatus</i> . Filamento com heterocito pedunculado.....	93
<b>Figura 10.</b> <i>Phormidium autumnale</i> .....	93

<b>Figura 11.</b> . <i>Phormidium kuetzingianum</i> . Detalhe do necrídio (ponta de seta).....	93
<b>Figura 12.</b> <i>Phormidium puteale</i> .....	93
<b>Figura 13.</b> <i>Phormidium retzii</i> .....	93
<b>Figura 14.</b> <i>Phormidium willei</i> .....	93
<b>Figura 15.</b> <i>Phormidium</i> sp.....	93
<b>Figura 16.</b> <i>Pleurocapsa fluviatilis</i> . ....	94
<b>Figura 17.</b> <i>Schizothrix</i> cf. <i>friessi</i> .....	94
<b>Figura 18.</b> <i>Stigonema robustum</i> .....	94
<b>Figura 19.</b> <i>Tolypothrix bissoidea</i> . Filamento mostrando falsa ramificação com heterocito basal (ponta de seta).....	94
<b>Figura 20.</b> <i>Chaetophora elegans</i> .....	94
<b>Figura 21.</b> <i>Draparnaldia mutabilis</i> .....	94
<b>Figura 22.</b> <i>Ecballocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> . Detalhe da colônia mostrando parede celular gelatinizada de antigas gerações com arranjo estratificado (ponta de seta).....	94
<b>Figura 23.</b> <i>Microspora stagnorum</i> .....	94
<b>Figura 24.</b> <i>Microspora quadrata</i> . Ápice do filamento mostrando a parede em forma de H (ponta de seta).....	94
<b>Figura 25.</b> <i>Nitella</i> sp. - Dáctilos tri e tetra-celulados.....	94
<b>Figura 26.</b> <i>Nitella</i> sp. - Detalhe dos dáctilos bi e tri-celulados.....	94
<b>Figura 27.</b> <i>Oedogonium</i> sp. Detalhe do filamento com estrias de crescimento (ponta de seta).....	94
<b>Figura 28.</b> <i>Palmella mucosa</i> - Vista geral da colônia. ....	95
<b>Figura 29.</b> <i>Palmella mucosa</i> - Detalhe da colônia mostrando as células com envelope de mucilagem (ponta de seta).....	95
<b>Figura 30.</b> <i>Spirogyra</i> sp.....	95
<b>Figura 31.</b> <i>Stigeoclonium amoenum</i> . Eixo principal mostrando duas células curtas com ramos laterais consecutivos.....	95
<b>Figura 32.</b> <i>Stigeoclonium helveticum</i> . Sistema ereto mostrando células de ramificação similar em forma e tamanho à outras do eixo principal (ponta de seta).....	95
<b>Figura 33.</b> <i>Zygnema</i> sp.....	95
<b>Figura 34.</b> <i>Tetraspora gelatinosa</i> . - Vista geral da colônia sem perfuração.....	95
<b>Figura 35.</b> <i>Tetraspora gelatinosa</i> . - - Detalhe da colônia mostrando células arranjadas	

em grupos de quatro.....	95
<b>Figura 36.</b> <i>Tetraspora lúbrica</i> . - Vista geral da colônia perfurada.....	95
<b>Figura 37.</b> <i>Tetraspora lúbrica</i> . - Detalhe da colônia mostrando as células arranjadas em grupos de quatro.....	95
<b>Figura 38.</b> <i>Vaucheria</i> sp. Detalhe do filamento cenocítico.....	95
<b>Figura 39.</b> <i>Batrachospermum flageliforme</i> . - Vista geral dos verticilos.....	96
<b>Figura 40.</b> <i>Batrachospermum flageliforme</i> - Carpogônio fertilizado mostrando a tricogine (seta).....	96
<b>Figura 41.</b> <i>Batrachospermum puiggarianum</i> . - Vista geral de um verticilo.....	96
<b>Figura 42.</b> <i>Batrachospermum puiggarianum</i> . - Ápice de um filamento mostrando o arranjo compacto dos fascículos.....	96
<b>Figura 43.</b> <i>Batrachospermum sirodotii</i> . - Vista geral dos verticilos.....	96
<b>Figura 44.</b> <i>Batrachospermum sirodotii</i> . - Carpogônio fertilizado mostrando a tricogine (setas).....	96
<b>Figura 45.</b> <i>Batrachospermum virgato-decaisneanun</i> . - Vista geral dos verticilos com carposporofito (seta).....	96
<b>Figura 46.</b> <i>Batrachospermum virgato-decaisneanun</i> . - Carpogônio fertilizado mostrando a tricogine (seta).....	96
<b>Figura 47.</b> <i>Batrachospermum virgato-decaisneanun</i> . - Filamentos gonimoblásticos com carposporângios (ponta de seta).....	96
<b>Figura 48.</b> <i>Batrachospermum virgatum</i> - Vista geral dos verticilos.....	96
<b>Figura 49.</b> <i>Batrachospermum virgatum</i> - Carpogônio fertilizado mostrando a tricogine (seta).....	96
<b>Figura 50.</b> <i>Batrachospermum</i> sp.2. Vista geral dos verticilos.....	96
<b>Figura 51.</b> Distribuição de frequência de temperatura, saturação de oxigênio, condutividade, pH, turbidez e velocidade da correnteza nos riachos da Bacia do Rio das Pedras.....	97
<b>Figura 52.</b> Distribuição de frequência de profundidade, substrato e sombreamento nos riachos da Bacia do Rio das Pedras.....	98
<b>Figura 53.</b> Distribuição de frequência para número de espécies por pontos de amostragem (riqueza) e abundância (cobertura percentual) em relação a frequência total de macroalgas encontrada na Bacia do Rio das Pedras.....	99
<b>Figura 54.</b> Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA), para as 28	

espécies de macroalgas (A) e para os 19 pontos de amostragem (B) da Bacia do Rio das Pedras.....	100
<b>Figura 55.</b> Valores mensais de temperatura, condutividade, saturação de oxigênio, pH, turbidez, velocidade da correnteza e profundidade no rio Guabiroba durante o período de abril/04 a março/05.....	101
<b>Figura 56.</b> Valores mensais de temperatura, condutividade, saturação de oxigênio, pH, turbidez, velocidade da correnteza, profundidade no rio das Pedras durante o período de abril/04 a março/05.....	102
<b>Figura 57.</b> Valores mensais de temperatura, condutividade, saturação de oxigênio, pH, turbidez, velocidade da correnteza e profundidade no rio Saltinho durante o período de abril/04 a março/05.....	103
<b>Figura 58.</b> Variação mensal de pluviosidade e pluviosidade acumulada nos sete dias anteriores à coleta, entre o período de abril/04 a março/05 na Bacia do Rio das Pedras...	104
<b>Figura 59.</b> Valores mensais médios de número de espécies (riqueza) e abundância (cobertura percentual) nos rios Guabiroba, das Pedras e Saltinho, durante o período de abril/04 e maio/05.....	105
<b>Figura 60.</b> Variação mensal de abundância (cobertura percentual) de <i>Batrachospermum virgato decaisneanum</i> e <i>Tolypothrix bissoidea</i> , entre abril/04 e março/05, no rio Guabiroba.....	106
<b>Figura 61.</b> Variação mensal de abundância (cobertura percentual) de <i>Pleurocapsa fluviatilis</i> e <i>Batrachospermum puiggarianum</i> , entre abril/04 e março/05, no rio das Pedras.....	107
<b>Figura 62.</b> Variação mensal de abundância (cobertura percentual) de <i>Batrachospermum puiggarianum</i> e <i>Phormidium retzii</i> , entre abril/04 e março/05, no rio Saltinho.....	108
<b>Figura 63.</b> Resultado da análise de PCA realizada para os três pontos de amostragem, durante o período de abril/04 a março/05, com base nos valores médios de todos os parâmetros ambientais.....	109
<b>Figura 64.</b> Resultado da análise de DCA realizado para os três pontos de amostragem, durante o período de abril/04 a março/05 com base na composição de espécies.....	110



## 1. INTRODUÇÃO

Ambientes lóticos são caracterizados por seu alto nível de heterogeneidade espacial (p.ex., diferenças de substrato, profundidade e velocidade da correnteza) e temporal (p.ex., variações das condições climáticas) (COOPER et al., 1997; GORDON et al., 1992; HYNES 1970; STEVENSON et al., 1996). Riachos e rios fornecem habitats que são muito diferentes de outros corpos d'água, pois estão sujeitos às mudanças ao longo de seu percurso, associadas com as propriedades físicas e químicas do ambiente (p.ex., profundidade, vazão, geologia, turbidez, etc.) (ROUND, 1965). Somando-se a este fato, os rios e riachos ganham ainda maior complexidade quando são incorporadas as variações sazonais (ROUND, 1965). Esta heterogeneidade é manifestada ao longo de quatro dimensões (WARD, 1989): i) uma dimensão longitudinal que integra o rio desde a montante até a jusante; ii) uma dimensão lateral, a qual corresponde às trocas de matéria e energia entre o riacho e a vegetação marginal; iii) uma dimensão vertical que integra as interações entre o canal e a coluna d'água e iv) a quarta dimensão, que corresponde ao tempo, que sobrepõe uma hierarquia temporal nas três dimensões de espaço.

Segundo MAITLAND (1990), as diferenças entre ecossistemas lóticos e lênticos incluem: i) existência, em ambientes lóticos, de um fluxo contínuo unidirecional; ii) ausência de estratificação térmica e alta variação das condições físicas e químicas em rios e riachos, devido à presença característica da correnteza; iii) os rios e riachos apresentam variações estruturais ao longo do seu percurso, provocando a formação de diversos tipos de ambientes, desde locais rasos até com grandes profundidades; iv) a erosão é uma característica mais presente em ambientes de águas correntes do que em ambientes lênticos, tornando mais intenso o fluxo de materiais e nutrientes.

Riachos de pequeno porte, freqüentemente, apresentam uma ampla variedade de condições que compõem uma grande diversidade de microhabitats que são utilizados por diferentes comunidades biológicas (STOCH & WARD, 1991). Desta forma, ambientes lóticos parecem formar um mosaico de habitats altamente característicos, nos quais se esperam encontrar espécies tipicamente adaptadas a eles (ROUND, 1965).

Considerando a biota característica dos riachos, em particular o componente produtor, as algas bentônicas têm sido largamente descritas como um dos principais elementos de sustentação da cadeia alimentar nestes ambientes (LAMBERTI, 1996). Algas bentônicas são

aquelas que vivem em associação com o substrato e estão entre os organismos que obtiveram maior sucesso ao explorar os ambientes lóticos como habitat (STEVENSON et al., 1996). A habilidade destas algas em crescerem e desenvolverem-se em ambientes de águas correntes está relacionada a uma série de complexos fatores que incluem interações entre hidrologia, qualidade da água e fatores bióticos (STEVENSON et al., 1996). Parte significativa da flora de algas bentônicas é constituída por espécies que apresentam um evidente crescimento macroscópico (JOHN & MOORE, 1985; SHEATH et al., 1985), as quais têm sido reportadas como macroalgas lóticas. Algas de águas correntes continentais são representadas, na maioria das vezes, por quatro grupos: Cyanobacteria, Chlorophyta, Rhodophyta e Heterokontophyta (particularmente as Classes Bacillariophyceae e Xantophyceae) (ROUND, 1965; VAN DEN HOEK et al., 1995).

Diversos estudos relacionados, em particular, às comunidades de macroalgas foram desenvolvidos ao longo do tempo, sendo que, diferentes terminologias têm sido empregadas para designá-las. Alguns estudos que se referem também as macroalgas tratam tais comunidades como perifíticas ou, simplesmente, perifiton (BIGGS, 1990; DeNICOLA et al., 1992). Os termos comunidades perifíticas e perifiton são utilizados não apenas em referência as algas macroscópicas, mas a complexa comunidade que se encontra aderida ao substrato, incluindo uma grande quantidade de microalgas e outros organismos não algais. Terminologias alternativas são comumente encontradas na literatura. ROUND (1965) utilizou o termo algas bêmicas, enquanto HOLMES & WHITTON (1981) o termo fitobentos, para designar as comunidades que vivem fixas ao substrato. JOHANSSON (1982) utilizou o termo “algas aderidas” para estudar estes organismos em uma região da Suécia. HOLMES & WHITTON (1977) estudaram, ainda, algumas algas macroscópicas junto com espécies de plantas vasculares e briófitas, as quais foram referidas como macrófitas. Outros termos ainda tem sido utilizados, os quais são derivados do termo perifiton, assim como algas epilíticas, que são aquelas que se desenvolvem sobre substratos rochosos e algas epifíticas, aquelas que crescem sobre outras plantas. Por outro lado, vários autores que realizaram estudos com estas comunidades em diversas partes do mundo utilizaram o termo macroalga como referência às comunidades de algas que se encontram aderidas a qualquer tipo de substrato. Entre os exemplos que podem ser citados estão os seguintes trabalhos: SHEATH et al. (1985, 1989), SHEATH & COLE (1992), SHEATH & MÜLLER (1997) que realizaram estudos na América do Norte; ENTWISLE (1989,1990) com estudos realizados na Austrália e WHITTON et al. (1991) trabalhando na Europa.



No presente estudo, o termo adotado para se referir às algas bentônicas dos ambientes lóticos da Bacia do Rio das Pedras é macroalgas, respeitando a definição apresentada por SHEATH & COLE (1992). Segundo SHEATH & COLE (1992) o termo macroalgas é definido da seguinte forma: “Tipicamente, macroalgas de riachos são bentônicas e formam um talo maduro que é uma estrutura discreta e reconhecível a olho nu; a identificação microscópica é geralmente necessária e, freqüentemente, microalgas estão associadas ao talo”.

Uma importante característica das diferentes espécies de macroalgas de riachos relaciona-se com a estrutura morfologia dos seus talos. Comumente, são encontrados vários tipos morfológicos incluindo uma série de categorias, onde as mais importantes são: emaranhados de filamentos, colônias gelatinosas, filamentos gelatinosos, filamentos livres, tufos, crostas e pseudoparênquimas (SHEATH & COLE, 1992).

Muitos estudos realizados em várias partes do mundo sobre as comunidades de macroalgas de ambientes lóticos têm abordado tanto aspectos taxonômicos quanto ecológicos destas comunidades. Trabalhos que oferecem informações sobre a composição florística, distribuição ambiental e a variação temporal são exemplos desta afirmação.

Vários trabalhos enfocando aspectos taxonômicos das comunidades de macroalgas de ecossistemas lóticos podem ser relacionados na bibliografia especializada mundial. Estes estudos tem sido realizados em várias regiões do mundo: América do Norte (SHEATH & BURKHOLDER, 1985; SHEATH et al., 1986; SHEATH & COLE, 1992; SHEATH & MÜLLER, 1997), Europa (KAWECKA, 1981; JOHANSSON, 1982; JOHN & MOORE, 1985; WHITTON 1984 e WHITTON et al., 1991) e Australásia (ENTWISLE, 1989, 1990; BIGGS & PRICE, 1987). Tais estudos foram realizados basicamente em regiões temperadas e boreais e abordagens similares são relativamente escassas para regiões tropicais.

Informações taxonômicas enfocando as comunidades de macroalgas em particular, ainda são pouco conhecidas no Brasil. A literatura especializada registra alguns estudos, basicamente desenvolvidos no Estado de São Paulo, que apresentam informações específicas sobre a flora das comunidades de macroalgas de riachos nacionais. Exemplos de estudos com este tipo de abordagem são apresentados a seguir. NECCHI et al. (1997) descreveram a flora das comunidades de macroalgas da região noroeste do estado de São Paulo, onde foram estudados 50 segmentos de riachos, sendo encontradas 42 espécies e seis grupos vegetativos. Os autores reportaram a divisão Chlorophyta como sendo a melhor representada. BRANCO & NECCHI (1996) encontraram 35 espécies e quatro grupos vegetativos, em 52 segmentos de

riachos estudados na região oriental de Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Neste estudo, Rhodophyta foi a divisão algal melhor representada.

Outros trabalhos enfocando grandes grupos taxonômicos também apresentam, num contexto mais amplo, informações sobre espécies de macroalgas, porém de forma esparsa e pontual, uma vez que tais estudos envolvem representantes tanto de algas com crescimento macroscópico quanto microscópico. Assim, estudos como os de FRANCESCHINI (1990); NECCHI & SANT'ANNA (1986); SILVA & SANT'ANNA (1990) podem oferecer informações valiosas sobre grupos particulares de espécies de macroalgas.

Vários estudos sobre a variação sazonal, de forma específica, têm indicado quais fatores controladores influenciam os padrões de flutuação temporal das comunidades de macroalgas em ambientes lóticos (BORCHARDT, 1996; DENICOLA, 1996; HILL, 1996; HORNER & WELCH, 1981; PFISTER, 1993; PRINGLE, 1990; REITER & CARLSON, 1986; SHEATH et al., 1989; SHEATH & HAMBROOK, 1990; SHERWOOD & SHEATH, 1999; SHERWOOD et al., 2000; STEINMAN & MCINTIRE, 1986). As flutuações nas comunidades de algas presentes em águas correntes tem sido relacionadas com diversos fatores ambientais (NECCHI & PASCOALOTO, 1993), entre os quais: temperatura da água (BIGGS, 1990; ENTWISLE, 1990; SHEATH & BURKHOLDER, 1985; SHEATH & HAMBROOK, 1990; WHITTON, 1975), irradiância (STEINMAN & MCINTIRE, 1986; STEINMAN et al., 1989; DeNICOLA et al., 1992), velocidade da correnteza (HYNES, 1970; NECCHI et al., 1991; REITER & CARLSON, 1986), condutividade específica (BIGGS, 1990; NECCHI et al., 1994, 1995; SHEATH & COLE, 1992), tipo de substrato (BIGGS, 1990; GORDON et al., 1992) e pH (SHEATH & COLE, 1992; SHEATH & BURKHOLDER, 1985). Tais variáveis refletem, basicamente, a qualidade da água e o clima, além de determinar as características do habitat. Informações ecológicas neste nível ainda são relativamente pouco conhecidas para regiões tropicais, particularmente no Brasil, onde raros são os estudos que descrevem e sugerem explicações para as variações temporais de comunidades de algas em rios e riachos.

Neste contexto, a literatura especializada registra alguns poucos estudos com enfoque na dinâmica sazonal da comunidade de macroalgas de riachos brasileiros, e, à semelhança dos estudos taxonômicos, todos desenvolvidos no Estado de São Paulo. NECCHI (1993) estudou a distribuição e dinâmica sazonal das espécies de Rhodophyta da Bacia do Rio Preto, em São Paulo, sendo que para este grupo específico de algas de águas correntes, observou-se que a combinação entre temperatura, luminosidade e turbidez foram os fatores que mais

influenciaram na sazonalidade do grupo. NECCHI et al. (1991) analisaram as macroalgas em um riacho paulista descrevendo os padrões de flutuação sazonal da comunidade e, mostraram que, neste caso, não se pode indicar uma variável isolada como o fator determinante do padrão encontrado, mas sim um conjunto de variáveis, entre elas, comprimento do dia, regime de precipitação pluviométrica, vazão, turbidez e oxigênio dissolvido, com ênfase na precipitação pluviométrica e, conseqüentemente, na velocidade da correnteza. NECCHI & PASCOALOTO (1993) estudaram nove segmentos de riachos de uma mesma bacia de drenagem e encontraram resultados que apontam o regime de precipitação pluviométrica, associado a turbidez e à temperatura, como o fator que mais influenciaram a dinâmica sazonal das comunidades analisadas. Os autores ainda sugerem que as melhores condições para o máximo desenvolvimento das comunidades de macroalgas nos ambientes estudados são encontradas durante o período de seca, quando ocorrem os menores valores de precipitação pluviométrica, turbidez, velocidade da correnteza e temperatura. BRANCO & NECCHI (1997) investigaram as comunidades de macroalgas de três bacias de drenagem e concluíram que o regime de precipitação pluviométrica, novamente, mostrou-se como um fator chave para a variação sazonal nos ambientes estudados. Recentemente, BRANCO & NECCHI (2003) acompanharam duas populações de algas verdes filamentosas da família Chaetophoraceae através de amostragens quinzenais durante o período de crescimento e confirmaram a importância da precipitação pluviométrica nos padrões temporais encontrados.

A escassez de informações sazonais das comunidades de macroalgas de riachos atinge extremos quando tratamos de outros estados brasileiros. No Estado do Paraná, onde ocorre a maior área de floresta nativa de araucária do país, informações desta natureza são virtualmente ausentes, sendo que até o momento apenas um trabalho pode ser relacionado, onde BRANCO et al. (submetido à publicação) estudaram a composição e distribuição ecológica das comunidades de macroalgas da região centro-oeste do Paraná.

Como uma regra, percebe-se uma falta generalizada de informações que relacionam aspectos da dinâmica temporal de comunidades de macroalgas de riachos com as variações na concentração de parâmetros físicos e químicos da água na região sul do Brasil.

Considerando a evidente escassez de informações sobre as comunidades de macroalgas de ambientes lóticos do Estado do Paraná, especialmente com relação a aspectos descritores da dinâmica sazonal de tais comunidades, o presente estudo é proposto com os seguintes objetivos:

1. contribuir para ampliar o conhecimento sobre a composição das comunidades de macroalgas dos principais rios componentes da Bacia do Rio das Pedras, localizada na região centro-oeste do Estado do Paraná.

2. acompanhar e avaliar a dinâmica sazonal de determinadas comunidades de macroalgas, através de amostragens mensais, a fim de descrever padrões sazonais específicos e suas relações com as variáveis ambientais investigadas.

3. contribuir para o conhecimento de aspectos da estrutura e distribuição ecológica de comunidades de macroalgas de ambientes lóticos do Estado do Paraná, ampliando as informações sobre este grupo específico de algas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

## **2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS**

### **2.1.1. Localização**

A Bacia do Rio das Pedras possui aproximadamente, 330 Km<sup>2</sup> de área e está localizada no município de Guarapuava, Estado do Paraná, entre as latitudes 25°13'10 "S e 25°26'24" S e longitudes 51°13'10 "W e 51°28'40" W (Figura 01).

As principais nascentes que formam o Rio das Pedras encontram-se na Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Esperança.

### **2.1.2. Geologia, geomorfologia e pedologia**

A bacia hidrográfica do Rio das Pedras desenvolve-se no reverso da escarpa basáltica denominada Serra da Esperança, sendo esculpida na unidade toleítica inferior da Formação Serra Geral, definida por rochas de natureza básica-intermediária (terceiro planalto paranaense). A drenagem apresenta diversos níveis de controle estrutural, produzido pelo intenso fraturamento dos basaltos (BATTISTELLI et al., 2004).

O relevo é plano montanhoso, predominando o “ondulado”, ou seja, superfície de topografia pouco movimentada, formada por conjunto de colinas e outeiros, apresentando declives compreendidos entre 8 e 20% em 44% da área da bacia hidrográfica do Rio das Pedras. Os solos da bacia hidrográfica são os Neossolos Litólicos, Latossolo Bruno, Cambissolo e Nitossolo Háptico, geralmente álicos. A maioria dos perfis do solo é classificada como sendo de Cambissolos e Neossolos e, em menor proporção, como Nitossolos e Latossolos. De acordo com os dados da EMBRAPA (1999), a região de Guarapuava é dominada pela ocorrência de Latossolos Brunos (distróficos ou álicos) com transições para Cambissolos, Terras Brunas Estruturadas e litólicos, atualmente integrantes, respectivamente das classes Nitossolo e Neossolo (litólicos e regolíticos).

Os solos apresentam-se argilosos, muitas vezes plásticos e pegajosos e, aparentemente, ricos em ferro (Fe), inferência que deriva da variação de cores da matriz do solo (vermelha-amarela) e da presença, em vários perfis, de plintita e petroplintita, atributos diagnósticos no solo de segregação de Ferro relacionada a ciclos alternados de umedecimento e secagem.

### **2.1.4. Vegetação e remanescentes florestais**

O Estado do Paraná, região sul do Brasil, apresentava cobertura florestal em cerca de 83,4% de sua extensão territorial até o início do século XX (MAACK, 1981). Atualmente a vegetação encontrada é de um pouco mais de 5% desse total. A região dos campos de Guarapuava é a que apresenta maior porcentagem de cobertura florestal dentre todas as regiões do Paraná (PARANÁ, 1996). A cobertura florestal é representada pela Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Floresta com Araucária. Essa formação florestal corresponde à vegetação natural predominante na bacia hidrográfica do Rio das Pedras é a Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 1992), conhecida como Floresta de Araucária.

Tecnicamente, a área da bacia do Rio das Pedras apresenta-se constituída basicamente pela Floresta Ombrófila Mista, classificada como alto Montana, ou seja, localizada acima de 1000 metros de altitude (IBGE, 1992). Atualmente a cobertura vegetal na bacia está bastante modificada, em termos de composição e distribuição espacial, em relação aos seus padrões originais. Não há nessa área nenhum remanescente de uma floresta em condições originais. Existe um mosaico de situações em que predominam remanescentes florestais de pequena área com níveis sucessionais, entre primários e secundários.

Verifica-se na Bacia do Rio das Pedras, uma mistura de regiões com uma grande heterogeneidade na paisagem com outras regiões mais homogêneas, principalmente no curso médio e superior da mesma. A cobertura vegetal está presente em cerca de 65% da área total da bacia. As áreas de matas são caracterizadas por formações arbóreas, principalmente mata primária e secundária em estágio de regeneração e as capoeiras, formações arbustivas, geralmente compostas por espécies pioneiras. A área apresenta ainda, 7% de sua área total coberta por reflorestamento/florestamento, principalmente de *Pinus* (espécie exótica) e erva-mate (espécie nativa) (Tabela 1).

Distinguem-se na Bacia do Rio das Pedras, três grandes unidades quanto ao uso da terra (Battistelli et al. 2004): a primeira no curso inferior, caracterizada por uma paisagem heterogênea e grande diversidade de uso da terra em pequenas extensões de áreas (p. ex., agricultura, indústria, área urbana, etc.); uma segunda, no curso superior da bacia, englobando as áreas pertencentes a APA da Serra da Esperança e às principais nascentes do Rio das Pedras, onde predomina uma paisagem homogênea, com grandes extensões de áreas de matas; e uma terceira região, localizada no curso médio da bacia hidrográfica, representada por uma paisagem onde se intercalam pequenas e grandes áreas utilizadas para o desenvolvimento de reflorestamento/florestamento.

**Tabela 1.** Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras.

<b>Tipo de Uso da Terra</b>	<b>Área Total da Classe (ha)</b>	<b>Total da Classe (%)</b>
<b>Mata</b>	157,11	47,55
<b>Campo</b>	55,28	16,73
<b>Urbana</b>	1,19	0,36
<b>Agricultura Mecanizada</b>	20,75	6,28
<b>Capoeira</b>	59,31	17,95
<b>Área Edificada</b>	3,83	1,16
<b>Água</b>	1,39	0,42
<b>Mineração</b>	0,03	0,01
<b>Área Alagada/Banhado</b>	2,15	0,65
<b>Agricultura tradicional</b>	3,05	0,92
<b>Reflorestamento/Florestamento</b>	26,00	7,87
<b>Área Industrial</b>	0,30	0,09
<b>Área de depósito de Lixo</b>	0,03	0,01
<b>Total</b>	<b>330,42</b>	<b>100</b>

Fonte: Battistelli, M., Camargo Filho, M., Heerd, B. – 2004.

### 2.1.3. Clima

O clima de Guarapuava é classificado como subtropical mesotérmico – úmido – sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado. A pluviosidade mostra-se bem distribuída ao longo do ano, com precipitações médias anuais em torno de 1960 mm, apresentando variações extremas consideráveis e a temperatura média anual fica em torno de 16 a 17,5 °C (THOMAZ & VESTENA, 2003).

## 2.2 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DA BACIA DO RIO DAS PEDRAS

### 2.2.1. Pontos de amostragem

As amostragens das comunidades de macroalgas e das variáveis ambientais foram efetuadas durante o período de 26 de julho a 21 de agosto de 2004, em 19 pontos ao longo da Bacia do Rio das Pedras (Figura 02). As coletas foram realizadas durante o período de menor precipitação pluviométrica, o qual tem sido verificado como o de maior riqueza e abundância

de espécies de macroalgas em regiões tropicais (SHEATH & BURKHOLDER, 1985; NECCHI & PASCOALOTO, 1993). Na região estudada, embora não exista uma época correspondente ao período de seca, os índices mais baixos de precipitação pluviométrica têm sido verificados principalmente no inverno, período que compreende os meses de junho a setembro.

A escolha dos pontos de amostragem para o estudo referente ao levantamento taxonômico levou em consideração os seguintes critérios de escolha: 1) foram privilegiados os pontos de amostragem que mantinham distâncias superiores a 5 Km entre si, de forma a abranger uniformemente toda a extensão da área de estudos e 2) entre os pontos que se enquadravam no critério anterior, foram selecionados aqueles com maior facilidade de acesso e melhores condições de trabalho. Todos os pontos de amostragem foram visitados uma vez durante a realização das amostragens.

### **2.3. ESTUDO DE ACOMPANHAMENTO SAZONAL DAS COMUNIDADES DE MACROALGAS SELECIONADAS**

#### **2.3.1. Pontos de amostragem**

Nesta etapa, as amostragens das comunidades de macroalgas e das variáveis ambientais foram efetuadas durante um período de 12 meses consecutivos, entre os meses de abril de 2004 e março de 2005.

Entre os 19 pontos de amostragem utilizados no estudo de levantamento taxonômico, três foram selecionados para o acompanhamento da variação sazonal das comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras (Figura 02). Os pontos de amostragem foram selecionados de forma a abranger de modo relativamente uniforme a região de estudos, dessa forma os pontos encontram-se distribuídos da seguinte forma: Ponto 01 – localizado na região mais baixa da Bacia (corresponde ao Ponto 17 da figura 02); Ponto 02 - localizado na porção mediana (corresponde ao Ponto 18 da figura 02); e Ponto 03 - localizado na região mais alta (corresponde ao Ponto 19 da figura 02). Além desse critério, os trechos amostrados preenchiam os seguintes requisitos necessários ao desenvolvimento do estudo: a) acessibilidade durante todo o período de estudo; b) compatibilidade de aplicação da



metodologia adotada; e c) presença de macroalgas. As amostragens mensais foram realizadas, nos três pontos de amostragem, em um único dia.

### **2.3.2. Caracterização dos pontos de amostragem**

#### **Ponto 01**

##### Rio Guabiroba

Localizado na porção mais baixa da bacia, o Rio Guabiroba é um rio de segunda ordem, com largura média de 2,5 metros e profundidade média de 27,5cm. O substrato predominante é do tipo rochoso, com especial ocorrência de cascalho. O trecho estudado apresenta vegetação marginal bem preservada o que torna o ambiente sombreado. Este ponto de amostragem corresponde ao Ponto 17 da Figura 02.

#### **Ponto 02**

##### Rio das Pedras

Localizado na porção mediana da bacia, o Rio das Pedras é um rio de quarta ordem, com largura média de 6,0 metros e profundidade média de 40,5 cm. O leito do rio é rochoso com predominância de substrato tipo matacão. A vegetação marginal, com predominância de espécies arbóreas é altamente preservada, entretanto, devido a grande largura do Rio das Pedras, podemos considerar o trecho estudado como sendo aberto. Este ponto de amostragem corresponde ao Ponto 18 da Figura 02.

#### **Ponto 03**

##### Rio Saltinho

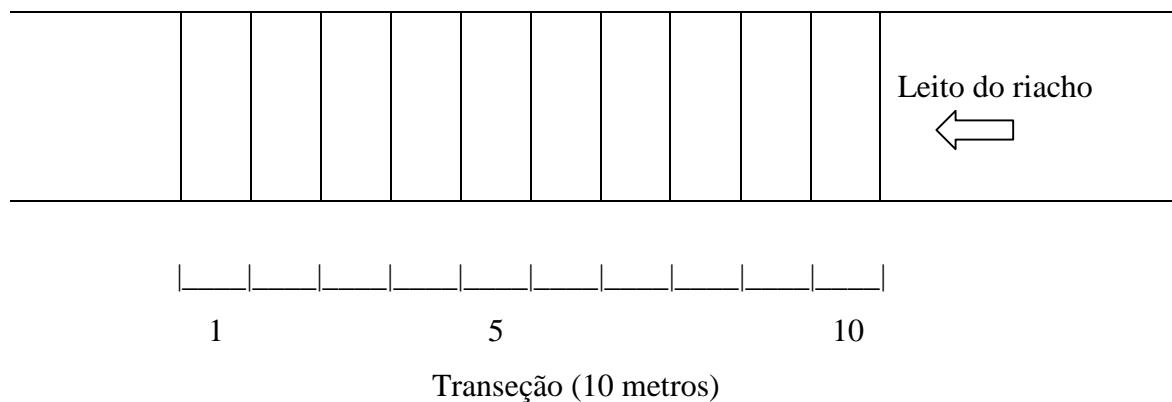
Localizado na parte mais acima da bacia, junto ao distrito do Guairacá no município de Guarapuava. O Rio Saltinho é rio de segunda ordem, com largura média de 1,5 metros, profundidade média de 25,5 cm. O seu leito é composto de substrato rochoso com presença predominante de cascalho. De forma um pouco distinta dos outros pontos de amostragens, a vegetação marginal, com predominância de espécies arbustivas, apresenta-se com um nível de degradação um pouco maior, em função da presença de uma estrada vicinal secundária nas suas proximidades. O trecho analisado é considerado como sendo parcialmente sombreado. Este ponto de amostragem corresponde ao Ponto 19 da Figura 02.

Os três pontos de amostragem foram visitados mensalmente, sendo que em cada mês os trechos estudados foram analisados em um mesmo dia. Por questões de logística foi estabelecido que o intervalo entre duas coletas consecutivas fosse de  $30 \pm 7$  dias, a fim manter a menor variação possível no período correspondente a um mês e, ao mesmo tempo, de permitir maior flexibilidade no programa amostral.

## 2.4. MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

O estudo sobre o levantamento taxonômico, assim como a avaliação da variação sazonal, obedeceram às mesmas técnicas de amostragem. As descrições completas dos métodos amostrais aplicados encontram-se a seguir.

As comunidades de macroalgas foram analisadas em cada ponto de amostragem quanto à riqueza (KREBS, 1989) e abundância (cobertura percentual) de espécies (HOLMES & WHITTON, 1981; NECCHI et al., 1991), através do método da transeção (HOLMES & WITTON, 1981; SHEATH & BULKHOLDER, 1985). Este constitui basicamente na delimitação de um trecho de 10 metros de extensão, subdivididos em partes iguais de 1 metro, ao longo das margens de cada riacho amostrado (Figura-texto 01).



**Figura-Texto 01.** Esquema mostrando o método de amostragem utilizado na análise das comunidades de macroalgas dos riachos examinados na Bacia do Rio das Pedras. A seta indica o sentido da correnteza.

Neste trecho foi observada a presença/ausência de cada espécie, e estimada, através de análise visual, sua respectiva abundância, em termos de cobertura percentual. A abundância de toda a comunidade de macroalgas foi considerada como sendo a soma das abundâncias

(cobertura percentual) das espécies individuais. A riqueza específica para cada ponto foi, por definição, expressa pelo número absoluto de espécies de macroalgas encontradas na transeção analisada. As coberturas percentuais, entretanto, foram convertidas para a seguinte escala de cobertura (SHEATH & BULKHOLDER, 1985): 0 = ausente, 1 = < 1%, 2 = 1 – 10%, 3 = 11 – 25%, 4 = 26 – 50%, 5 = 51 – 75%, 6 = 76 – 100%. Com vistas a padronizar as análises, durante as amostragens em campo, os valores foram aproximados para 1% mais próximo quando a cobertura foi menor que 5%, para 5% mais próximo quando a cobertura foi menor de 5 – 50% e para 10% mais próximo em caso de valores de cobertura acima de 50%.

O método de estimativa visual foi adotado neste estudo para definir frequência e abundância, uma vez que se trata de uma técnica amplamente utilizada na investigação de comunidades de macroalgas lólicas (BIGGS & PRICE, 1987; BRANCO & NECCHI, 1996; NECCHI et al., 2000; SHEATH & COLE, 1992), além de apresentar vantagens sobre outras técnicas de análise de biomassa como, por exemplo, peso seco ou determinação de clorofila *a*. Algumas dessas vantagens são: a) a coleta de material para as técnicas de peso seco e clorofila *a* é consideravelmente dificultada em águas correntes, onde há grandes riscos de perdas de material, o que certamente comprometeria o resultado final das análises; b) ainda há riscos de perdas adicionais ao longo do trabalho de processamento das amostras, como por exemplo, nas fases de maceração, centrifugação, secagem, pesagem, etc. e c) a análise visual apresenta uma relação custo/benefício (principalmente quando tratamos do tempo de obtenção dos dados finais) mais adequada aos propósitos deste estudo. BRANCO & NECCHI (2003) testaram a acuracidade do método de determinação de biomassa através da estimativa visual da cobertura percentual para uma espécie de macroalga (*Stigeoclonium amoenum* KÜTZING) por comparação dos resultados com o método de peso seco sem cinzas. As análises estatísticas aplicadas para os dados coletados com as duas técnicas utilizadas revelaram alta correlação positiva entre eles, mostrando, portanto, ser a análise visual uma técnica de amostragem segura para este tipo de estudo. NECCHI & BRANCO (1998) também descreveram correlações positivas significativas para a análise visual da cobertura percentual de *Batrachospermum delicatulum* (SKUJA) NECCHI & ENTWISLE contra peso seco sem cinzas e clorofila *a*.

A visualização das comunidades de macroalgas no leito dos riachos foi feita com o auxílio de um observador sub-aquático com fundo de vidro (semelhante ao descrito por ENTWISLE, 1989). As algas foram removidas do substrato manualmente ou com o auxílio de uma espátula, tendo-se o cuidado de manter a integridade do material. Todas as amostras

foram imediatamente preservadas em frascos de vidro com formaldeído 4% (JOHANSSON, 1982). Os frascos foram todos codificados com o número de seus respectivos pontos de amostragem e data de coleta e transportados em uma caixa com compartimentos individuais.

## 2.5. ANÁLISES AMBIENTAIS

A seguir estão as descrições dos métodos de análise para cada uma das variáveis ambientais analisadas tanto no estudo sobre o levantamento taxonômico quanto na avaliação do perfil sazonal das comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras.

As seguintes variáveis ambientais foram analisadas em cada um dos pontos de amostragem: profundidade, tipo de substrato, velocidade da correnteza, temperatura da água, turbidez, sombreamento, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido. Todas as variáveis acima descritas, exceto turbidez, foram medidas em campo. A velocidade da correnteza foi determinada com o fluxômetro mecânico GENERAL OCEANICS 2030R, que foi posicionado dentro da massa d'água a uma profundidade de cerca de cinco centímetros durante um intervalo de 20 segundos. As medições foram efetuadas em cada metro dentro da transeção. Temperatura da água, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido foram medidos utilizando-se o analisador de água CONSORT C535, equipado com sonda multifunção. A turbidez foi determinada a partir de uma amostra da água, coletada em cada ponto, acondicionada em frascos plásticos de 250 ml, rotulados individualmente e transportados até o laboratório, onde foram analisadas com o auxílio de um turbidímetro HACH 2100P.

A determinação do tipo de substrato foi feita por análise visual do leito do riacho comparando-se o material observado com as classes de tamanho modificadas a partir de GORDON et al. (1992): rocha (substrato contínuo), matacão (>80 mm), seixos (25 – 50 mm), cascalho (5 – 15 mm), areia (<15 mm). Além dessas classes foram acrescentadas as seguintes categorias: macrófitas, troncos e galhos e areia/argila. Os dados de sombreamento foram tomados com o objetivo de se estimar a quantidade de luz incidente que atinge a superfície da água. A análise desta variável foi feita de acordo com os procedimentos descritos por DeNICOLA et al., (1992), onde quatro classes de sombreamento (aberto, parcialmente sombreado, sombreado e fortemente sombreado) são facilmente distintas e claramente definíveis em campo. As medidas absolutas (p.ex., intensidade luminosa medida por

quantômetro ou luxímetro) foram preteridas em relação às medidas estimadas, isto porque não foi possível padronizar um horário para tomarem-se as medidas desta variável.

As medidas relativas ao índice pluviométrico para cada mês foram obtidas junto à Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Guarapuava, PR.

## **2.6. ANÁLISE TAXONÔMICA**

Em laboratório os materiais preservados provenientes tanto do estudo sobre o levantamento taxonômico quanto sobre a avaliação da variação sazonal, foi observado com microscópio binocular Carl Zeiss – Jenamed 2. As medidas microscópicas foram realizadas com o auxílio de ocular micrometrada, sendo que para cada amostra 10 medições, ao acaso, das estruturas diagnosticadas foram tomadas. Este número de réplicas foi determinado com base na fórmula  $n = (s/Ex)^2$  (SOUTHWOOD, 1978), onde  $s$  = desvio padrão,  $x$  = média e  $E$  = erro padrão pré determinado (neste caso 0,05). Os espécimes foram posteriormente lustrados através de microscópio trinocular Leica, modelo DM 1000, equipado com sistema de captura e análise de imagem, incluindo câmera digital Leica DFC 280 e software IM50. As macroalgas foram identificadas até o nível específico (ou infra-específico) sempre que possível. A classificação das espécies segundo as divisões seguiu o sistema utilizado por VAN DEN HOEK et al. (1995), exceto para Charophyceae, que foi classificada segundo LEE (1989).

Para todos os táxons infragenéricos estão sendo fornecidas as seguintes informações: a) distribuição na Bacia do Rio das Pedras (por pontos de amostragem); b) características do riacho mostrando os valores mínimo, máximo e médio das variáveis físicas e químicas da água; c) descrição sucinta dos táxons encontrados. Sempre que pertinente, estão sendo apresentados comentários incluindo: caracterização e/ou dificuldades na identificação, discrepâncias em comparação com a literatura e outras pertinentes; d) ilustrações (fotomicrografias) dos táxons encontrados.

## **2.7. ANÁLISE DOS DADOS**

Os seguintes dados biológicos da comunidade de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras foram determinados: a) riqueza de espécies global – correspondente ao número total de espécies encontradas, b) riqueza de espécies relativa – correspondente ao número total de espécies encontrado pelo número total de pontos amostrados, c) riqueza de espécies do ponto – o qual representa o número de espécies em cada ponto de amostragem individualmente, d) abundância de espécies da Bacia – corresponde à porcentagem de cobertura total pelo número total de pontos amostrados (expresso como cobertura percentual média), e) abundância de espécies do ponto – corresponde à porcentagem de cobertura total obtida em cada ponto de amostragem. Ainda, para cada ponto de amostragem foi calculado o índice de diversidade através da fórmula de SHANNON-WIENER (KREBS, 1989):  $H' = - \sum (p_i) (\log_2 p_i)$ , onde  $p_i$  = porcentagem de cobertura da espécie no ponto.

As seguintes análises estatísticas foram aplicadas aos dados ambientais e biológicas obtidos ao longo do período de estudos, tanto para o estudo de levantamento taxonômico quanto do estudo de acompanhamento sazonal das comunidades de macroalgas: a) estatística descritiva foi calculada para todos os dados numéricos. b) correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas foram determinadas, para os dados coletados nas transeções, através do coeficiente  $r$  de Pearson (SOKAL & ROHLF, 1981). c) Análise de Variância (ANOVA - uma via, SOKAL & ROHLF, 1981) foi efetuada para avaliar as diferenças entre as médias das variáveis ambientais e biológicas dos três pontos de amostragem selecionados para o estudo de dinâmica sazonal.

Além das análises univariadas mencionadas anteriormente, aspectos da variação no número de espécies e abundância das comunidades de macroalgas como uma função das variáveis mais fortemente relacionadas foi testada através da Análise de Regressão Linear Múltipla (SOKAL & ROHLF, 1981). Por outro lado, Análise de Correspondência Canônica (CCA, TER BRAAK, 1986) foi aplicada para as macroalgas (riqueza e abundância) e variáveis ambientais, usando os valores médios para os 18 pontos de amostragem (o Ponto 01 foi excluído desta análise por apresentar ausência total de macroalgas) e a Análise dos Componentes Principais (PCA), aplicando-se o coeficiente  $r$  de Pearson (DIGBY & KEMPTON, 1987), foi aplicada a todas as datas de amostragem dos três pontos analisados no estudo sazonal, para evidenciar a associação entre os pontos de amostragem com base nos parâmetros físicos e químicos da água. Finalmente a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) foi aplicada para todas as datas de amostragem dos três pontos do estudo sazonal, para observar a associação dos pontos com relação à composição das

comunidades de macroalgas registradas. Todos estes testes foram realizados com auxílio dos pacotes estatísticos Minitab, versão 10.1 (RYAN et al., 1985), Pcord 4.0 (McCUNE & MEFFORD, 1999) e Statística 5.0.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. LEVANTAMENTO TAXONÔMICO

O levantamento taxonômico das comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras, realizado em 19 pontos de amostragem, resultou na identificação de um total de 36 táxons, dos quais 28 em nível de espécie (ou nível infra-específico), 2 em nível de gênero e seis grupos vegetativos (plantas estéreis de *Nittela*, *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Vaucheria* e *Zygnema* e plantas masculinas de *Batrachospermum*) (Tabela 2). *Konvophorom schmidlei*, *Nostoc verrucosum*, *Palmella mucosa* e *Phormidium kuetzingianum* foram reportados pela primeira vez para o Brasil, e as espécies *Geitlerinema amphibium*, *Nostochopsis lobatus*, *Phormidium autumnale*, *P. puteale*, *P. willei*, *Pleurocapsa fluviatilis*, *Schizotrix* cf. *friesii*, *Stigonema robustum*, *Tolypothryx byssoidea*, *Draparnaldia mutabilis*, *Microspora stagnorum*, *M. quadrata*, *Stigeoclonium helveticum*, *Tetraspora gelatinosa*, *Batrachospermum* cf. *flageliforme*, *B. puiggarianum*, *B. virgato-decaisneanum* e *Batrachospermum stagnale* são primeiros registros para o estado do Paraná. Ainda, os táxons *Fischerella* sp., e *Phormidium* sp., até o momento não identificados, podem corresponder a novos registros para o estado ou para o Brasil, ou mesmo novas espécies para a ciência.

A divisão melhor representada foi Cyanobacteria (15 táxons, 42% das espécies registradas), seguido de Chlorophyta (14 táxons, 39%), Rhodophyta (seis táxons, 16%) e Heterokontophyta (um táxon, 3%) (Tabela 2). Cyanobacteria foi também a divisão algal predominante (50%), em termos de riqueza de espécies por ponto de amostragem, seguida por Chlorophyta (11%) e Rhodophyta (6%), sendo que em 33% dos pontos analisados nenhum dos grupos foi predominante.

Os gêneros *Phormidium* (Cyanobacteria) e *Batrachospermum* (Rhodophyta) foram os melhores representados, com seis e cinco espécies respectivamente (Tabela 2). *Phormidium retzii* foi a espécie melhor distribuída, sendo encontrada em nove pontos de amostragem da Bacia do Rio das Pedras. A segunda espécie mais freqüente foi *Batrachospermum puiggarianum*, sendo encontrada em sete pontos de amostragem.

A proporção de tipos morfológicos (segundo definição de SHEATH & COLE, 1992) encontrada na área de estudo foi a seguinte: emaranhados (33% dos táxons), filamento gelatinoso (19%), colônia gelatinosa (17%), filamentos livres (17%), tufos (9%) e incrustante (5%) (Tabela 2).



**Tabela 2.** Ocorrência das espécies de macroalgas encontradas na Bacia do Rio das Pedras. Os códigos apresentados entre parênteses à frente de cada táxon correspondem ao seu respectivo tipo morfológico. (E) = emaranhados, (CG) = colônias gelatinosas, (I) = incrustantes, (FG) = filamentos gelatinosos, (FL) = filamentos livres (TU) = tufos. Os valores entre parênteses após os números dos pontos de ocorrência de cada espécie indicam que tais espécies foram encontradas em amostragem no período realizado o levantamento taxonômico (indicado por T) ou encontrado exclusivamente no período do estudo sazonal (indicado por S).

Táxon	Pontos de amostragem
<b>Cyanobacteria</b>	
<i>Fischerella</i> sp. (E)	02 (T)
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Ag. ex GOM.) ANAGNOSTIDIS (E)	17 (T)
<i>Komvophoron schmidlei</i> (JAAG) ANAG. & KOMÁREK (E)	03 (T)
<i>Nostoc verrucosum</i> VAUCHER ex BORN. et FLAH. (CG)	04 (T)
<i>Nostochopsis lobatus</i> WOOD. ex BORN. & FLAH. (CG)	17 (S)
<i>Phormidium autumnale</i> (Ag.) GOMONT (E)	08 (T)
<i>Phormidium puteale</i> (MONT. ex GOM.) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (E)	07 (T)
<i>Phormidium retzii</i> GOMONT (E)	5,6,7,9,11,14,15,16,19(T)
<i>Phormidium willei</i> (GARDNER) ANAG. & KOMÁREK (E)	08 (T)
<i>Phormidium kuetzingianum</i> (KIRCHNER) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (E)	12 (T)
<i>Phormidium</i> sp. (E)	17 (S)
<i>Pleurocapsa fluviatilis</i> LANGHERHEIM (I)	07 (T)
<i>Schizotrix</i> cf. <i>friesii</i> (C. AG.) GOMONT (E)	04,13 (T)
<i>Stigonema robustum</i> GARDNER (TU)	16 (T)
<i>Tolypothryx yissoidea</i> (HASSAL) KIRCHNER (E)	05,10,12,16 (T)
<b>Chlorophyta</b>	
<i>Chaetophora elegans</i> (ROTH) C. Ag. (CG)	17 (S)
<i>Draparnaldia mutabilis</i> (ROTH) BORY (FG)	19 (T)
<i>Ecballocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> BOHLIN (I)	04 (T)

**Tabela 2:** continuação

Táxon	Pontos de amostragem
<i>Microspora stagnorum</i> (KÜTZING) LAGERHEIM (FL)	06 (T)
<i>Microspora quadrata</i> HAZEN (FL)	18 (T)
<i>Nitella</i> sp. (FL)	14 (T)
<i>Oedogonium</i> sp. (FL)	06,10 (T)
<i>Palmella mucosa</i> KÜTZING (CG)	17 (S)
<i>Spirogira</i> sp. (FL)	16 (T)
<i>Stigeoclonium amoenum</i> KÜTZING (TU)	14, 17 (T)
<i>Stigeoclonium helveticum</i> VISCHER (TU)	16 (T)
<i>Zignema</i> sp. (FL)	15 (T)
<i>Tetraspora lubrica</i> (ROTH) C. AGARDH (CG)	18 (S)
<i>Tetraspora gelatinosa</i> (VAUCHER) DESVAUX (CG)	18 (T)
<b>Heterokontophyta</b>	
<i>Vaucheria</i> sp.(E)	17 (S)
<b>Rhodophyta</b>	
<i>Batrachospermum</i> cf. <i>flageliforme</i> (SIRODOT) NECCHI (FG)	17 (S)
<i>Batrachospermum puiggarianum</i> GRUNOW in WITTROCK & NORDSTEDT (FG)	09,13,14,15,16,18,19 (T)
<i>Batrachospermum sirodotii</i> SKUJA ex FLINT (FG)	14,16 (T)
<i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> SIRODOT (FG)	09 (T)
<i>Batrachospermum stagnale</i> (KÜTZING) SIRODOT (FG)	17 (S)
<i>Batrachospermum</i> sp. (planta masculina) (FG)	17 (T)

### 3.1.1. Cyanobacteria

*Fischerella* sp. (Fig. 3)

Massa de filamentos formando emaranhados, verde azulado; ramificações abundantes, em um dos lados do filamento; freqüentemente a base mais larga que o ápice; filamento principal com grandes células esféricas; tricomas 3,28 – 6,56 µm diâm., 6,56 – 8,20 µm compr., compr./diâm. 1,0 – 2,5; heterocitos cilíndricos, intercalar ou lateral, 3,28 – 6,56 µm diâm.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 02.

Características do riacho (N=01): temperatura - 11,9 °C, condutividade - 302  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,6, saturação de oxigênio - 99%, turbidez - 2,38 NTU, velocidade da correnteza - 26,8  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentários: *Fischerella* é diferenciada de *Hapalosiphon*, devido à diferenciação entre as células do eixo apical e dos ramos secundários. A identificação em nível de espécie não foi possível porque nossos espécimes apresentaram medidas celulares menores daquelas reportadas na literatura para espécies de *Fischerella*.

*Geitlerinema amphibium* (AGARDH ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS (Fig. 4)

Plants Systematics & Evolution 164: 38, 1989

Massa de filamentos formando emaranhado azul esverdeado; conteúdo celular contendo poucos grânulos, às vezes com grânulos nos septos; septos não constrictos; células mais longas que largas, 5,0 - 10,0  $\mu\text{m}$  compr., 3,0 - 4,0  $\mu\text{m}$  diâm., compr./diâm. 1,4 - 2,8; célula apical cilíndrico-arredondada.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 15,6 °C, condutividade - 240  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,4, saturação de oxigênio - 79%, turbidez - 10,7 NTU, velocidade da correnteza - 39,4  $\text{cm.s}^{-1}$

*Komvophoron schmidlei* (JAAG) ANAGNOSTIDIS & KOMÁKEK (Fig. 5 e 6)

Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen 14(1): 117, 1938

Massa de filamentos formando emaranhados; verde azulado; tricomas curtos, fortemente constrictos nos septos, células mais longas que largas, 5,0 - 8,75  $\mu\text{m}$  diâm. 2,5 - 5,0  $\mu\text{m}$  compr.; conteúdo celular fortemente granulado; matriz mucilaginosa abundante.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 03.

Características do riacho (N=01): temperatura - 12,6 °C, condutividade - 454  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,5, saturação de oxigênio - 79,5%, turbidez - 2,88 NTU, velocidade da correnteza - 38,3  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentários: Pertencente à família Borziaceae, o gênero *Komvophoron* possui 13 espécies. *Komvophoron schmidlei* é reportado pela primeira vez para o Brasil.

*Nostoc verrucosum* VAUCHER ex BORN. et FLAH. (Fig.7 e 8)

Histoire des Conferves d'eau douce, 225, pl. 16, fig. 3, 1803.

Talo gelatinoso e firme, superfície ondulada, verde-oliva a marrom esverdeado; colônias irregulares, mucilaginosas; tricomas flexuosos, densamente agregados; bainhas espessas na

região periférica e hialina e difluente na parte interna; células esféricas ou em forma de barril, 2,5 – 3,28  $\mu\text{m}$  diâm., 2,5 – 4,92  $\mu\text{m}$  compr.; conteúdo celular verde azulado, homogêneo; heterocisto subesférico 3,72 - 5,51  $\mu\text{m}$  diâm..

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 04.

Características do riacho (N=01): temperatura - 13,9 °C, condutividade – 248  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,9, saturação de oxigênio - 83%, turbidez - 2,65 NTU, velocidade da correnteza - 58,7  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentários: *Nostoc verrucosum* é reportado pela primeira vez para o Brasil.

*Nostochopsis lobatus* WOOD ex BORNET et FLAHAUT (Fig. 9)

Ann. Sci. Nat. Bot., Sér. 7, 5: 80, 1887.

Colônias vesiculosas, verde azuladas; bainha hialina, homogênea; tricomas flexuosos, constritos nos septos, 4,1 - 6,1  $\mu\text{m}$  diâm.; ramificações abundantes, freqüentemente mais largo na base do que no ápice; células mais longas que largas, 6,1 - 10,2  $\mu\text{m}$  compr.; heterocistos arredondados, lateral ou intercalar, pedicelado, 6,1 - 8,2  $\mu\text{m}$  diâm.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 18 °C, condutividade - 118  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,1, saturação de oxigênio - 69,5%, turbidez - 11,4 NTU, velocidade da correnteza - 30,1  $\text{cm.s}^{-1}$

*Phormidium autumnale* (AG.) GOMONT (Fig. 10)

Monogr. Oscill. p. 187, 1892

Massa de filamentos formando emaranhados; azul-esverdeado; tricomas 4,9 -9,0  $\mu\text{m}$  diâm., não constritos nos septos; bainha ausente; conteúdo celular homogêneo, contendo grânulos nos septos; células 2,0 – 4,9  $\mu\text{m}$  compr., predominantemente mais largas do que longas, comp./diâm 0,3 – 0,6; célula apical arredondada a capitadas; necridio e hormogonios presentes.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 08.

Características do riacho (N=01): temperatura - 13,3 °C, condutividade – 827  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,0, saturação de oxigênio - 76%, turbidez - 2,36 NTU, velocidade da correnteza - 83,7  $\text{cm.s}^{-1}$

*Phormidium kuetzingianum* (KIRCHNER) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (Fig. 11)

Algen Schles., p.242, 1878

Massa de filamentos formando emaranhados, azul-esverdeado; conteúdo celular homogêneo; septos não constritos, contendo poucos grânulos; células mais longas que largas, 3,2 – 6,0  $\mu\text{m}$  compr., 3,2 – 4,5  $\mu\text{m}$  diâm., compr./diâm. 0,8 – 1,5; célula apical arredondada; necridio presente.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 12.

Características do riacho (N=01): temperatura - 13,1 °C, condutividade - 168  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,1, saturação de oxigênio - 73,5%, turbidez - 3,90 NTU, velocidade da correnteza - 66,8  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentários: Esta espécie tem sido referenciada como subaérea, presente em solos e rochas úmidas. Entretanto, já foi descrita em ambientes aquáticos tropicais. *P. Kuetzingianum* está sendo reportado pela primeira vez para o Brasil.

*Phormidium puteale* (MONT. ex GOM.) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (Fig. 12)

Arch. Hydrobiol. Suppl. 80: 408, 1988

Massa de filamentos formando emaranhados, azul-esverdeado; filamentos 12,0 – 20,0  $\mu\text{m}$  diâm.; tricomas 6,5 – 10,0  $\mu\text{m}$  diâm., 2,5 – 6,0  $\mu\text{m}$  compr., conteúdo celular homogêneo, contendo grânulos, septos constritos; bainha espessa; células principalmente mais largas que longas, compr./diâm. 0,3 -0,6; célula apical arredondada.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 07 (ver estudo sazonal).

Característica do riacho (N=01): temperatura - 16,1 °C, condutividade - 28,8  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,5, saturação de oxigênio - 71%, turbidez - 2,33 NTU, velocidade da correnteza - 40,4  $\text{cm.s}^{-1}$

*Phormidium retzii* GOMONT (Fig. 13)

Ann. Sci. Nat., sér. 7, 15: 175, 1892

Massa de filamentos formando emaranhados; azul-esverdeado ou acastanhado; tricomas 3,2 - 8,2  $\mu\text{m}$  diâm.; conteúdo celular homogêneo, poucos ou sem grânulos; não constritos nos septos; bainha presente; células 3,2 – 9,0  $\mu\text{m}$  compr., predominantemente mais longas que largas, compr./diâm. 0,4 – 1,5; célula apical cilíndrico-arredondada, 4,0 – 8,7  $\mu\text{m}$  compr.; necridio presente.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Pontos 05, 06, 07, 09, 11, 14, 15, 16 e 19 (ver estudo sazonal).

Características dos riachos (N=09): temperatura - 12,3 – 16,1 °C ( $\bar{x}$  =13,8), condutividade - 25,6 – 773  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}$  =303,3), pH - 6,8 – 7,6 ( $\bar{x}$  =7,2), saturação de oxigênio - 61– 91% ( $\bar{x}$  =74,5), turbidez - 1,27 - 4,73 NTU ( $\bar{x}$  =2,82), velocidade da correnteza - 8,9 – 74,0  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}$  =44,3).

*Phormidium willei* (GARDNER) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK (Fig. 14)

Arch. Hydrobiol./Suppl., Algolog. Studies 50 – 53: 404 (1998)

Massa de filamentos formando emaranhados, azul-esverdeado ou azul claro, tricomas 3,2 – 4,5  $\mu\text{m}$  diâm., não constrictos nos septos, conteúdo celular homogêneo; bainha facultativa; células 2,0 -4,9  $\mu\text{m}$  compr., principalmente mais largas que longas, compr./diâm. 0,5 – 1,5; célula apical cônico-arredondada, 3,5 – 5,5  $\mu\text{m}$  compr. Necridio presente.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 08.

Características do riacho (N=01): temperatura - 13,3 °C, condutividade – 827  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,0, saturação de oxigênio - 76%, turbidez - 2,36 NTU, velocidade da correnteza - 83,7  $\text{cm.s}^{-1}$

*Phormidium* sp. (Fig. 15)

Massa de filamentos formando emaranhados verde azulado; tricomas retos ou levemente ondulados; conteúdo celular contendo fina granulação; septos não constrictos; células mais largas que longas, 3,5 -6,5  $\mu\text{m}$  compr., 7,5 - 9,5  $\mu\text{m}$  diâm., compr./diâm. 0,4 - 0,7; célula apical levemente atenuada com espessamento da parede externa.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 18,9 °C, condutividade – 381  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,2, saturação de oxigênio - 75%, turbidez - 8,70 NTU, velocidade da correnteza - 30,5  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentários: Esta combinação de caracteres não permite identificar nosso material com qualquer outra espécie tanto brasileira como de outras regiões.

*Pleurocapsa fluvialis* LANGHERHEIM (Fig. 16)

Notarisia 3: 430, 1988

Talos hemisféricos, firmes, incrustante, azul escuro a verde; pseudofilamentos curtos, radiados ou paralelos; células esféricas ou poligonais, 4,5 – 8,0  $\mu\text{m}$  diâm., 4,0 – 8,5  $\mu\text{m}$  compr., principalmente mais longas do que largas, comp./diâm 0,6 – 1,4; bainha incolor.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 07 (ver estudo sazonal).

Característica do riacho (N=01): temperatura - 16,1 °C, condutividade - 28,8  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,5, saturação de oxigênio - 71%, turbidez - 2,33 NTU, velocidade da correnteza - 40,4  $\text{cm.s}^{-1}$

*Schizothrix cf. friesii* (C. AGARDH) GOMONT (Fig. 17)

Ann. Sci. Nat. Bot., Sér. 7, 15:316, 1892.

Massa de filamentos, verde amarelado; dois a mais de 10 tricomas por bainha; tricomas constritos; células 3,2 – 7,5  $\mu\text{m}$  diâm., 3,3 – 10  $\mu\text{m}$  compr., mais longas do que largas, compr./diâm. 0,6 – 1,5; bainha firme, espessa e hialina, fechada no ápice; conteúdo celular contendo grânulos; célula apical cônica com ápice arredondado.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Pontos 04 e 13.

Características do riacho (N=02): temperatura - 12,7 – 13,9 °C ( $\bar{x}$ =13,3), condutividade - 248 – 451  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =349,5), pH - 7,0 – 7,9 ( $\bar{x}$ =7,45), saturação de oxigênio - 76 - 83% ( $\bar{x}$ =79,5), turbidez - 1,77 - 2,65 NTU ( $\bar{x}$ =2,21), velocidade da correnteza - 58,7 – 62,5  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =60,6).

Comentários: Esta espécie tem sido descrita habitando ambientes subaéreos. No entanto *S. friesii* já foi encontrada em águas correntes, inclusive no Brasil. As características do nosso material concordam com aquelas apresentadas para esta espécies.

*Stigonema robustum* GARDNER (Fig.18)

Univ. Calif. Publ. Bot. 14(1): 9, 1927

Massa de filamentos emaranhados formando tufo azul escuro; filamentos 80,0 - 137,5  $\mu\text{m}$  diâm.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 16.

Características do riacho (N=01): temperatura - 12,8 °C, condutividade - 267  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,2, saturação de oxigênio - 75%, turbidez - 3,32 NTU, velocidade da correnteza - 51,0  $\text{cm.s}^{-1}$

*Tolypothrix byssoidea* (HASSAL) KIRCHNER (Fig. 19)

Krypt. Fl. Schles, 231 (1878)

Massa de filamentos verde escuro; filamentos arranjados mais ou menos em paralelo, 9,8 – 19,0  $\mu\text{m}$  de diâmetro; falsas ramificações curtas, raras; bainha homogênea, sem coloração; tricomas constritos nos septos, 6,5 – 14,7  $\mu\text{m}$  de diâmetro; células 2,0 – 4,5  $\mu\text{m}$  de comprimento; conteúdo celular homogêneo, verde – azulado; heterocisto basal, arredondado 6,5 – 9,8  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Pontos 05, 10, 12 e 16 (ver estudo sazonal).

Características dos riachos (N=04): temperatura - 13,1 – 13,9 °C ( $\bar{x}$  =13,2), condutividade - 124 - 535  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}$  =273,5), pH - 7,1 – 7,6 ( $\bar{x}$  =7,2), saturação de oxigênio - 73,5 – 84,5% ( $\bar{x}$  =78), turbidez - 1,59 - 3,90 NTU ( $\bar{x}$  =2,94), velocidade da correnteza - 51,0 – 73,7  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}$  =65,6).

### 3.1.2. Chlorophyta

*Chaetophora elegans* (ROTH) C. AGARDH (Fig. 20)

Disp. Alg. Suec.: 42, 1812.

Plantas envolvidas em matriz gelatinosa frouxa; ramificação monopodial, com 1-2 ramos laterais partindo de cada nó, eretos; ramos frouxos e espalhados; células do eixo apical cilíndricas, 23,7 – 60,0  $\mu\text{m}$  compr., 7,5 – 11,2  $\mu\text{m}$  diâm., compr./diâm. 2,6 – 5,3; ápice do filamento acuminado.

Distribuição na bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Característica do riacho (N=01): temperatura - 20,1 °C, condutividade - 330  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,6, saturação de oxigênio - 67%, turbidez - 1,97 NTU, velocidade da correnteza - 23,1  $\text{cm.s}^{-1}$

*Draparnaldia mutabilis* (ROTH) BORY (Fig. 21)

Ann. Mus. National d`Hist. Natur. 12: 405, 1808

Massa de filamentos envolvidos por uma leve e fluida mucilagem; filamentos ramificados; eixo principal distinto possuindo células infladas, cilíndricas, 51,2 - 143,5  $\mu\text{m}$  compr., 32,8 - 79,9  $\mu\text{m}$  diâm.; fascículo lateral sem eixo distinto, ramificações di ou tricotômicas, alternadas ou opostas; células dos ramos laterais cilíndricas, 16,4 - 65,6  $\mu\text{m}$  compr., 6,1 – 41  $\mu\text{m}$  diâm.; células terminais dos fascículos laterais acuminadas ou arredondadas; sistema basal formado por uma massa de rizóides.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 19 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 15,2 °C, condutividade - 25,6  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,5, saturação de oxigênio - 61%, turbidez - 4,73 NTU, velocidade da correnteza - 47,9  $\text{cm.s}^{-1}$

*Ecballocystis pulvinata* var. *pulvinata* BOHLIN (Fig. 22)

Sv. Vet. -Akad. Hand., 23 (7): 7, 1897



Massa incrustante; colônia formada por numerosos ramos eretos, dendróides, fortemente agregados; base obcônica ou alargada; células elípticas ou obcônicas, (4,2-) 6,5 – 9,8 µm diâm., 14,7 -22,9 µm comp., compr./diâm. 1,6 – 3,0; cloroplastos 4 -8, parietal, discóide, somente duas células filhas formadas após a divisão celular; paredes gelatinizadas das gerações mais velhas acumulam-se sob as células resultando num arranjo estratificado.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 04 (ver estudo sazonal).

Característica do riacho (N=01): temperatura - 13,9 °C, condutividade – 248 µS.cm<sup>-1</sup>, pH - 7,9, saturação de oxigênio - 83%, turbidez - 2,65 NTU, velocidade da correnteza - 58,7 cm.s<sup>-1</sup>

*Microspora stagnorum* (KÜTZING) LAGERHEIM ( Fig. 23)

Ber. Dt. Bot. Ges. 5: 414 (1887)

Plantas formando densos emaranhados; filamentos longos, com mais de 100 células cilíndricas ou cúbicas, não constritas nos septos; células 6,5 – 9,0 µm diâm., 9,8 – 17,0 µm compr., comp./diâm. 1,4 – 2,5; parede celular geralmente até 1µm de espessura, estruturas em forma de H pouco visíveis em células intactas.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 06 (ver estudo sazonal).

Característica do riacho (N=01): temperatura - 15,5 °C, condutividade – 773 µS.cm<sup>-1</sup>, pH - 7,5, saturação de oxigênio - 67%, turbidez - 2,91NTU, velocidade da correnteza - 35,5 cm.s<sup>-1</sup>

*Microspora quadrata* HAZEN (Fig. 24)

Mem. Torrey Bot. Cl. 11: 178 (1887)

Filamentos longos, com mais de 100 células, não constritos nos septos; células cúbicas ou em forma de barril, 9,0 – 15,5 µm compr., 7,5 – 9,0 µm diâm., parede celular com 1µm de espessura; estruturas em forma de H visíveis através do filamento; cloroplasto em forma de lâmina.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 18 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 14,7 °C, condutividade - 33,1 µS.cm<sup>-1</sup>, pH - 7,7, saturação de oxigênio - 67%, turbidez - 20,8 NTU, velocidade da correnteza - 41,9 cm.s<sup>-1</sup>

*Nitella* sp. (Fig. 25 e 26)

Plantas ecorticadas, desprovidas de incrustação calcárea; com internos unicelulares, nus e de comprimento variando entre 09 e 18 cm; verticilos estéreis bem desenvolvidos; férteis reduzidos, formando capitulos; ramulos verticilados estéreis 2 - furcados; dáctilos 2 - 4

celulados, 42,1-77,2  $\mu\text{m}$  diâm, 135,2-451,1  $\mu\text{m}$  compr.; glóbulos pedunculados, 89,6-119,8  $\mu\text{m}$  diâm.; núcula não observada.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 14.

Características do riacho (N=01): temperatura - 13,7 °C, condutividade - 147  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 6,8, saturação de oxigênio - 81%, turbidez - 1,27 NTU, velocidade da correnteza - 34,3  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentários: A identificação em nível de espécie não foi possível devido à presença apenas de plantas masculinas nas amostras analisadas, sendo que as estruturas de reprodução femininas são indispensáveis.

*Oedogonium* sp. (Fig. 27)

Filamentos com células cilíndricas, levemente constrictas nos septos, 21,3 – 164,6  $\mu\text{m}$  compr., 14,7 – 52,6  $\mu\text{m}$  diâm. Oogônio e anterídio não observados.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Pontos 06 e 10.

Característica do riacho (N=02): temperatura - 13,1 – 15,5 °C ( $\bar{x}$ =14,3), condutividade - 124,773  $\mu\text{mS.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =448,5), pH - 7,2 – 7,5 ( $\bar{x}$ =7,35), saturação de oxigênio - 67 – 84,5% ( $\bar{x}$ =75,7), turbidez - 2,91 - 2,95 NTU ( $\bar{x}$ =2,93), velocidade da correnteza - 35,5 – 73,7  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =54,6)

Comentários: As estruturas de reprodução em *Oedogonium* são indispensáveis para sua identificação, visto que somente populações estéreis foram encontrados, a mesma não foi possível.

*Palmella mucosa* KÜTZING (Fig. 28 e 29)

Phyc. Gen. 172, pl. 3, fig 1, 1843

Colônias macroscópicas, formando uma massa gelatinosa verde, globosa, irregularmente lobada; Células elipsóides a esféricas, dispostas em grupos de 2 ou 4; células com 8,7 – 13,7  $\mu\text{m}$  diâm., com um cloroplasto poculiforme e um pirenóide grande; com envelope individual de mucilagem, e envelope de mucilagem envolvendo as células filhas.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 20,1 °C, condutividade – 410  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,4, saturação de oxigênio - 61,5%, turbidez - 3,99 NTU, velocidade da correnteza - 30,1  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentários: *P. mucosa* foi reportada pela primeira vez para o Brasil.

*Spirogyra* sp. (Fig. 30)

Filamentos com células cilíndricas, 32,8 – 50,8 µm compr., 16,4 – 21,3 µm diâm. Zigósporos não observados.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 16 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 12,8 °C, condutividade – 267 µS.cm<sup>-1</sup>, pH - 7,2, saturação de oxigênio - 75%, turbidez - 3,32 NTU, velocidade da correnteza - 51,0 cm.s<sup>-1</sup>

Comentários: Somente populações estéreis foram encontradas na Bacia do Rio das Pedras, não sendo possível à identificação em nível específico, visto que a presença de estruturas de reprodução (zigósporos) são indispensáveis para a mesma.

*Stigeoclonium amoenum* KÜTZING (fig. 31)

Phycologia Generalis: 1918, 1845

Tufos heterotríqueos, verde claro; sistema ereto bem desenvolvido; células do eixo principal diferenciada em dois tipos de células: curtas e longas, células cilíndricas 6,5 – 17,5 µm de diâm., 22,9 – 150,0 µm compr., comp./diâm. 2,0 – 5,0; ramificações opostas ou alternadas células dos ramos laterais 3,2 – 6,5 µm diâm. 9,8 – 22,9 µm compr., compr./diâm. 1,5 – 3,5; sistema prostrado composto exclusivamente de rizoides.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Pontos 14 e 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=02): temperatura - 13,7 – 15,6 °C ( $\bar{x}$  =14,6), condutividade - 147 – 240 µS.cm<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$  =193,5), pH - 6,8 – 7,4 ( $\bar{x}$  =7,1), saturação de oxigênio - 79 - 81% ( $\bar{x}$  =80), turbidez - 1,27 - 10,7 NTU ( $\bar{x}$  =5,9), velocidade da correnteza - 34,3 – 39,4 cm.s<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$  =36,8).

*Stigeoclonium helveticum* VISCHER (Fig. 32)

Bot. Zentralbl. 51: 56, 1993

Tufos heterotríqueos, verde claro; sistema ereto bem desenvolvido; células do eixo principal semelhantes em forma e tamanho, cilíndricas 18,7 – 53,7 µm compr., 10,0 – 12,5 µm diâm., compr./diâm., células do ramo lateral 11,2 – 20,0 µm compr., 5,0 – 7,5 µm diâm., compr./diâm., ramificação oposta ou alternada, ramificações draparnaldioides frequentes; sistema prostrado reduzido, composto de curtos rizóides, originados da base dos filamentos eretos.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 16.

Características do riacho (N=01): temperatura - 12,8 °C, condutividade – 267 µS.cm<sup>-1</sup>, pH - 7,2, saturação de oxigênio - 75%, turbidez - 3,32 NTU, velocidade da correnteza - 51,0 cm.s<sup>-1</sup>

*Zygnema* sp. (Fig. 33)

Filamentos com células cilíndricas, 22,9 – 37,7 µm compr., 24,6 – 26,2 µm diâm. Zigósporos não observados.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 15 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 12,6 °C, condutividade – 120 µS.cm<sup>-1</sup>, pH - 7,1, saturação de oxigênio - 77%, turbidez - 2,53 NTU, velocidade da correnteza - 35,9 cm.s<sup>-1</sup>

Comentários: A identificação em nível específico não foi possível devido apenas populações estéreis terem sido encontradas na Bacia do Rio das Pedras, visto que a presença de estruturas de reprodução são indispensáveis para a identificação de espécies do gênero *Zygnema*.

*Tetraspora gelatinosa* (VAUCHER) DESVAUX (Fig. 34 e 35)

Obs. Pl. Angers 18. 1818.

Colônia tubular, sem perfuração, composta por células esféricas arranjadas em grupos de 2 – 4, envolta por copiosa matriz mucilaginosa; células 6,2 – 10,0 µm diâm., possuindo dois pseudoflagelos, sem envelope individual de mucilagem.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 18 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=1): temperatura - 14,7 °C, condutividade - 33,1 µS.cm<sup>-1</sup>, pH - 7,7, saturação de oxigênio - 67%, turbidez 20,8 NTU, velocidade da correnteza - 41,9 cm.s<sup>-1</sup>

*Tetraspora lubrica* (ROTH) C. AGARDH (Fig. 36 e 37)

Syst. Algar., 1824

Colônia tubular ou irregular, perfurada, composta de células esféricas arranjadas em grupos de 2 - 4, embebida em um matriz mucilaginosa; cloroplasto em forma de copo, com um pirenóide; células 5,0 – 8,7 µm diâm., com 2 pseudoflagelos, sem envelope individual de mucilagem.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 18 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=1): temperatura - 16,5 °C, condutividade - 311 µS.cm<sup>-1</sup>, pH - 7,5, saturação de oxigênio - 78,5%, turbidez - 2,01 NTU, velocidade da correnteza - 47,8 cm.s<sup>-1</sup>.

### 3.1.3. Heterokontophyta

*Vaucheria* sp. (Fig. 38)

Massa de filamentos formando emaranhados; filamentos cenocíticos amplamente ramificados. Anterídio e Oogônio não observados.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=1): temperatura - 18 °C, condutividade - 118  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,1, saturação de oxigênio - 69,5%, turbidez - 11,4 NTU, velocidade da correnteza - 30,1  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentários: Somente plantas estéreis foram encontradas, sendo que, sem a presença de estruturas de reprodução não foi possível à identificação em nível específico.

### 3.1.4. Rhodophyta

*Batrachospermum* cf. *flageliforme* (SIRODOT) NECCHI, comb. Nov. (=B. *vagum* (ROTH) C. AGARDH var. *flageliforme* SIRODOT. (Fig. 39 e 40)

Les Batrachospermes. 263, pl.35 fig. 1, pl. 36, figs.1-6, pl. 37, figs. 10-14, pl. 39, figs 1-20. 1884.

Planta dióica, abundantemente mucilagínosa, ramificação irregular, abundante; verticilos obcônicos ou doliformes, contíguos, 450 – 800  $\mu\text{m}$  diâm.; internó 329 – 493  $\mu\text{m}$  compr.; célula basal ovóide ou cilíndrica; córtex pouco desenvolvido; ramos primários 7 a 11 células; ramos secundários numerosos, poucos e esparsos, levemente curvos; espermatângios esféricos ou obovóides, terminais; ramo que sustenta o carpogonio reto, 1-4 células doliformes; filamentos bracteóides poucos, curtos, 1-3 células; carpogonio 60-74  $\mu\text{m}$  compr.; tricogínio claviforme, sésil; carposporófito central, nodal, semi-esférico, 1 (-2) vez menor que o raio do verticilo.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=1): temperatura - 13,4 °C, condutividade – 202  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,31, saturação de oxigênio - 80,5%, turbidez - 10,0 NTU, velocidade da correnteza - 52,2  $\text{cm.s}^{-1}$

*Batrachospermum puiggarianum* GRUNOW in WITTROCK et NORDSTEDT (Fig. 41 e 42)  
Alg. Aq. Dulc. Exsic. 11: 1, 1883.

Planta monóica, pouco mucilagínosa, ramificação irregular, abundante; verticilos reduzidos, obcônicos, separados 87,5 - 200  $\mu\text{m}$  diâm.; internó 205 - 460  $\mu\text{m}$  compr.; célula basal

esférica, 2 ramos primários; córtex bem desenvolvido; ramos primários curvos 3-7 células; ramos secundários numerosos, curtos 1-3 células sobre até metade do internó; espermatângios esféricos ou obovóides, terminais ou subterminais; ramo que sustenta o carpogônio levemente arqueado, 1-3 células discóides sobre a célula basal ou proximais; filamentos bracteóides poucos, curtos, 1-2 células; carpogônio 17-36  $\mu\text{m}$  compr.; tricogínio claviforme, indistintamente pedicelado; carposporófito nodal, 1-2 maior que o raio do verticilo, 120-260 x 55-130.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Pontos 09, 13, 14, 15, 16, 18 e 19 (ver estudo sazonal).

Características dos riachos (N=07): temperatura - 12,6 - 15,2 °C ( $\bar{x}$  =13,5), condutividade - 25,6 - 451  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}$  =207,5), pH - 6,8 - 7,7 ( $\bar{x}$  =7,2), saturação de oxigênio - 61 - 91% ( $\bar{x}$  =75,4), turbidez - 1,27 - 20,8 NTU ( $\bar{x}$  =5,48), velocidade da correnteza - 34,3 - 74,0  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}$  =49,6).

*Batrachospermum sirodotii* SKUJA ex FLINT (Fig. 43 e 44)

Am. J. Bot. 37: 755 (1950)

Planta monóica, moderadamente mucilagínosa; ramificação irregular abundante; verticilos esféricos, contíguos ou separados, 250 - 600  $\mu\text{m}$  diâm.; internó 200-650  $\mu\text{m}$  compr.; célula basal ovóide ou cilíndrica, 2-4 ramos primários; córtex bem desenvolvido; ramos primários 6-10 células; ramos secundários numerosos, retos ou levemente curvos, inclinados sobre todo o internó; espermatângios esféricos, terminais 5-7  $\mu\text{m}$  diâm.; ramo carpogonial reto ou curvo; filamentos bracteóides poucos, curtos, 1-4 células; carpogônio 35-70  $\mu\text{m}$  compr.; tricogínio cilíndrico, pedicelado; carposporófito central, semi-esférico, menor que o raio do verticilo.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Pontos 14 e 16 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=02): temperatura - 12,8 - 13,7 °C ( $\bar{x}$  =13,2), condutividade - 147 - 267  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}$  =207) pH - 6,8 - 7,2 ( $\bar{x}$  =7,0), saturação de oxigênio - 75 - 81% ( $\bar{x}$  =78), turbidez - 1,2 - 3,32 NTU ( $\bar{x}$  =2,25), velocidade da correnteza - 34,3 - 51,0  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}$  =42,6).

*Batrachospermum virgato-decaisneanum* SIRODOT (Fig. 45, 46 e 47)

Les Batrachospermes, p. 290. 1884.

Planta dióica, moderadamente mucilagínosa; ramificação abundante; verticilos esféricos ou doliformes, contíguos ou separados, 300 - 600  $\mu\text{m}$  diâm.; internó 300 - 600  $\mu\text{m}$  compr.; Córtex bem desenvolvido; carposporófito central, esférico, menor que o raio do verticilo.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 09 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=1): temperatura - 12,8 °C, condutividade - 409  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,3, saturação de oxigênio - 91%, turbidez - 3,95 NTU, velocidade da correnteza - 74,0  $\text{cm.s}^{-1}$ .

*Batrachospermum stagnale* (KÜTZING) SIRODOT (Fig. 48 e 49)

Lês Batrachospermes. 286, pl. 49, fig. 1-9, pl. 50, fig. 1-5, 1884

Planta dióica, moderada a abundantemente mucilagínosa; ramificação abundante; verticilos obcônicos, separados, 200-400  $\mu\text{m}$  diâm; córtex bem desenvolvido; ramo que sustenta o carpogônio reto; filamentos bracteóides poucos; tricogíneo cilíndrico; carposporófito periférico pedunculado.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 15,6 °C, condutividade - 240  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,4, saturação de oxigênio - 79%, turbidez - 10,7 NTU, velocidade da correnteza - 39,4  $\text{cm.s}^{-1}$

*Batrachospermum* sp. (Fig. 50)

Planta masculina, moderadamente mucilagínosa; ramificação irregular, abundante; verticilos esféricos ou piriformes, contíguos; 300 – 550  $\mu\text{m}$  diâm; internó 250 – 500  $\mu\text{m}$  compr.; célula basal ovóide, 2-3 ramos primários; ramos primários 4-8 células; pelos numerosos; ramos secundários numerosos, retos ou levemente curvos, inclinados sobre todo o internó; espermatângios esféricos, terminais, 5-8  $\mu\text{m}$  diam.

Distribuição na Bacia do Rio das Pedras: Ponto 17 (ver estudo sazonal).

Características do riacho (N=01): temperatura - 14,4 °C, condutividade - 246  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , pH - 7,2, saturação de oxigênio - 70,5%, turbidez - 1,97 NTU, velocidade da correnteza - 57,0  $\text{cm.s}^{-1}$

Comentário: As plantas encontradas foram exclusivamente masculinas, o que impossibilitou a identificação infragenérica do material, uma vez que as características diagnósticas são baseadas nas estruturas femininas de reprodução.

### 3.1.5. Variáveis ambientais

Todos os dados relativos às variáveis ambientais, coletados nos pontos de amostragem da Bacia do Rio das Pedras estão sumariados na Tabela 3 e Figuras 51 e 52. Cada parâmetro individualmente mostrou um padrão particular de variação ao longo da área estudada. A grande maioria dos segmentos de riachos estudados foi caracterizada como ambientes abertos (63% do total), sendo que, ainda, 32% dos pontos de amostragem foram classificados como sombreado ou parcialmente sombreado, e apenas um riacho (5%) foi considerado como fortemente sombreado (Tabela 3 e Figura 52). Os ambientes lóticos estudados apresentaram profundidade com valores médios muito baixos, nunca ultrapassando 40 cm, sendo que os mesmos podem ser nitidamente considerados como riachos de pequeno porte (Tabelas 3-4).

A velocidade da correnteza variou de 8,9 a 83,7  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}=50,4 \pm 19,4$ ), no entanto, a aparente alta amplitude deveu-se ao baixo valor registrado no Ponto 11, sendo que nos demais pontos analisados foram obtidos valores acima de 34,3  $\text{cm.s}^{-1}$  (Tabela 3 e Figura 51). A velocidade da correnteza correlacionou-se negativamente com substrato tipo argila (Tabela 5). A temperatura apresentou valores muito baixos ao longo da área de estudos (Figura 51), sendo que a mesma variou moderadamente (Tabelas 3-4) e apresentou correlação positiva com substrato tipo matacão e negativa com saturação de oxigênio (Tabela 5). A condutividade mostrou, de maneira geral, valores muito altos (61% dos pontos com valores superiores a 200  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) (Figura 51), no entanto, alguns pontos (entre os quais os Pontos 01, 07, 18 e 19) apresentaram valores inferiores a 50  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  (Tabela 3). A média da condutividade encontrada nos sistemas lóticos da Bacia do Rio das Pedras foi de 303,7  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  (Tabela 4). A saturação de oxigênio registrou valores bastante elevados ao longo do período de estudos (Figura 51), sendo que 78,9% dos riachos analisados apresentaram valores acima de 70% de saturação (Tabela 3). O pH variou muito entre os pontos estudados (Figura 51), sendo registrados valores entre 6,8 – 7,9 ( $\bar{x}=7,3, \pm 0,28$ ), dentro dos limites considerados como neutros a levemente alcalinos. Somente no Ponto 14 foi encontrado pH abaixo de 7,0 (Tabela 3). A turbidez apresentou valores muito baixos (Figura 51), sendo que 89,4% dos pontos apresentaram valores inferiores a 5 NTU (Tabela 3). Entretanto, nos Pontos 17 e 18 foram registrados valores superiores a 10 NTU, responsáveis pela elevação da média desta variável (Tabelas 3 e 4). O substrato encontrado nos riachos da Bacia do Rio das Pedras foi bastante homogêneo, ocorrendo evidente predomínio de leito rochoso (Tabela 3). O substrato de maior



ocorrência foi o do tipo cascalho, perfazendo 42,1% do total. Foram encontrados ainda substratos compostos de rocha contínua (26,3%), matacão (26,3%) e argila (5,3%).

**Tabela 3.** Características dos pontos de amostragem na Bacia do Rio das Pedras.

<b>Ponto</b>	<b>Temp. (°c)</b>	<b>Oxigênio (% sat.)</b>	<b>Cond. (<math>\mu\text{s.cm}^{-1}</math>)</b>	<b>pH</b>	<b>Turb. NTU</b>	<b>Veloc. (<math>\text{cm.s}^{-1}</math>)</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>Subs. <sup>a</sup></b>	<b>Somb. <sup>b</sup></b>
<b>01</b>	11,9	93,5	46,9	7,70	1,36	66,5	22,9	4	C
<b>02</b>	11,9	91,0	302	7,63	2,38	26,8	21,6	4	B
<b>03</b>	12,6	79,5	454	7,59	2,88	38,3	38,3	4	B
<b>04</b>	13,9	83,0	248	7,91	2,65	58,7	11,3	1	A
<b>05</b>	13,9	79,0	535	7,62	1,59	71,6	18	2	A
<b>06</b>	15,5	67,0	773	7,58	2,91	35,5	16,9	1	A
<b>07</b>	16,1	71,0	28,8	7,50	2,33	40,4	15	2	A
<b>08</b>	13,3	76,0	827	7,06	2,36	83,7	18,1	4	A
<b>09</b>	12,8	91	409	7,37	3,95	74,0	24,1	4	A
<b>10</b>	13,1	84,5	124	7,24	2,95	73,7	15	1	A
<b>11</b>	12,3	68,5	572	7,15	2,83	8,9	30,2	5	B
<b>12</b>	13,1	73,5	168	7,15	3,90	66,8	26,3	4	A
<b>13</b>	12,7	76	451	7,09	1,77	62,5	20,9	2	D
<b>14</b>	13,7	81	147	6,86	1,27	34,3	36,6	2	A
<b>15</b>	12,6	77	120	7,10	2,53	35,9	22,5	1	A
<b>16</b>	12,8	75	267	7,24	3,32	51,0	24,8	1	A
<b>17</b>	15,6	79	240	7,44	10,7	39,4	16,3	4	C
<b>18</b>	14,7	67	33,1	7,72	20,8	41,9	32,6	2	A
<b>19</b>	15,2	61	25,6	7,52	4,73	47,9	11,3	4	B

a. 1 = predominantemente rocha, 2 = predominantemente matacão, 3 = predominantemente seixo, 4 = predominantemente cascalho, 5 = predominantemente argila.

b. A = aberto, B = parcialmente sombreado, C = sombreado, D = fortemente sombreado (conforme De NICOLA et al. 1992. adaptado).

**Tabela 4.** Média e desvio padrão das variáveis ambientais analisadas nos riachos da Bacia do Rio das Pedras.

Variável	Temp. (°c)	Oxigênio (% sat.)	Cond. ( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ )	Turbidez NTU	pH	Veloc. ( $\text{cm.s}^{-1}$ )	Prof. (cm)
<b>Média</b>	13,5	77,5	303,7	4,0	7,3	50,4	22,2
<b>DP</b>	1,28	8,7	245,4	4,5	0,28	19,4	7,8

**Tabela 5.** Resultados dos coeficientes de correlação  $r$  de Pearson entre as variáveis analisadas pelas técnicas de transeção nos pontos de amostragem da Bacia do Rio das Pedras. \*= $p<0,05$ , \*\*= $p<0,01$ .

Variáveis	Transeção
<b>Temperatura vs Oxigênio</b>	- 0,580**
<b>Temperatura vs Matacão</b>	0,533*
<b>Velocidade vs Argila</b>	- 0,510*

### 3.1.6. Distribuição das espécies

Os dados referentes à riqueza e abundância de todas as espécies de macroalgas encontradas na região de estudos, realizada em 19 pontos de amostragem são apresentados na Tabela 6. O número de espécies de macroalgas por ponto de amostragem variou entre 0 e 7 ( $\bar{x}=2,6 \pm 1,5$ ) (Figura 53), sendo que em apenas um ponto (5,2% do total) não foi encontrada qualquer espécie de macroalgas. Situação semelhante foi verificada para o número máximo de macroalgas (Tabela 6). A abundância variou de 0 a 35% ( $\bar{x}=5,0 \pm 8,5$ ) de cobertura do leito do riacho (Figura 53), e em 5,2% dos riachos amostrados ocorreu porcentagem máxima dentro da observada. O número de espécies e a abundância correlacionaram-se positivamente entre si ( $r=0,647$ ,  $p<0,01$ ). Correlação negativa foi encontrada entre número de espécies e substrato tipo cascalho ( $r=-0,559$ ,  $p<0,05$ ). Nenhuma correlação significativa foi encontrada entre abundância e qualquer uma das variáveis ambientais analisadas. Os índices de diversidade de SHANNON-WIENER calculado para cada ponto de amostragem mostraram-se, de maneira geral, com valores baixos variando de 0,03 - 1,17, sendo que em um riacho observou-se valor zero, por haver ausência completa de macroalgas (Tabela 6).

Os resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA) (figura 54) realizada para ordenar os pontos de amostragem e a espécies de macroalgas com base nas variáveis ambientais analisadas mostraram significância ( $p < 0,05$ ) apenas para o primeiro eixo, com explicabilidade de 29,8% da variância do conjunto de dados. O Eixo 1 mostrou correlações significativas superficiais ( $p < 0,05$ ) com pH ( $r = -0,77$ ) e profundidade ( $r = 0,62$ ). A análise da CCA levando-se em consideração apenas à representação gráfica da ordenação espacial das espécies de macroalgas (figura 54A) registrou um padrão altamente similar ao observado para os pontos de amostragem. Observou-se a formação de um grande grupo composto por quase 90% das espécies, também concentrado na origem do Eixo 1 e tendendo para a parte negativa. Os valores médios tanto de profundidade quanto de pH para este grupo foram, obviamente, muito próximos da média geral registrada para todas as macroalgas. Apenas quatro espécies, *Batrachospermum puiggarianum*, *B. sirodotii*, *Stigeoclonium amoenum* e *Nitella* sp., mostraram posicionamento espacial disjunto. Em comum estas espécies compartilharam a ocorrência, com abundâncias relativamente altas no Ponto 14.

A análise da CCA tomando-se em conta apenas à representação gráfica da ordenação espacial dos pontos de amostragem (figura 54B) mostrou a formação de um grande grupo representado pela imensa maioria dos pontos de amostragem (90%) e posicionado próximo à origem do Eixo 1, tendendo para a parte negativa. Apenas dois pontos (Pontos 14 e 15) de amostragem mostraram posicionamento espacial disjunto e registraram as mais altas abundâncias de espécies de macroalgas entre todos os riachos investigados. Em adição, o Ponto 14 apresentou a segunda maior profundidade e o mais baixo valor de pH entre todos os riachos amostrados.

**Tabela 6.** Número e abundância de espécies de macroalgas encontradas nos pontos de amostragem da Bacia do Rio das Pedras. ID= Índice de diversidade de Shanow-Wiener.

Ponto	ID	nº de espécies	PORCENTAGEM DE COBERTURA ALGAL <sup>A</sup>	
			Total	Espécies
01	0	0	0	Nenhuma
02	0,03	1	1	<i>Fischerella</i> sp. (<1%)
03	0,03	1	1	<i>Komvophoron schmidlei</i> (<1%)

**Tabela 6:** continuação

Ponto	ID	nº de espécies	PORCENTAGEM DE COBERTURA ALGAL <sup>A</sup>	
			Total	Espécies
04	0,14	3	2	<i>Ecbalocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (1%), <i>Nostoc verrucosum</i> (<1%), <i>Schizothrix</i> cf. <i>friessi</i> (<1%)
05	0,07	2	1	<i>Phormidium retzii</i> (<1%), <i>Tolypothrix byssoidea</i> (<1%)
06	0,21	3	2	<i>Phormidium retzii</i> (1%), <i>Oedogonium</i> sp. (2%), <i>Microspora stagnorum</i> (<1%).
07	0,11	3	1	<i>Phormidium retzii</i> (<1%), <i>Phormidium puteale</i> (<1%), <i>Pleurocapsa fluviatilis</i> (<1%).
08	0,07	2	1	<i>Phormidium autumnale</i> (<1%), <i>Phormidium willei</i> (<1%)
09	0,22	3	2	<i>Phormidium retzii</i> (3%), <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%), <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%)
10	0,18	2	2	<i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%), <i>Oedogonium</i> sp. (3%)
11	0,03	1	1	<i>Phormidium retzii</i> (<1%)
12	0,22	2	2	<i>Tolypothrix byssoidea</i> (4%), <i>Phormidium kuetzingianum</i> (<1%)
13	0,07	2	1	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%), <i>Schizothrix</i> cf. <i>friessi</i> (<1%)
14	1,17	5	4	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (5%), <i>B. sirodotti</i> (17%), <i>Stigeoclonium amoenum</i> (5%), <i>Nitella</i> sp. (5%), <i>Phormidium retzii</i> (<1%).
15	0,52	3	3	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (20%), <i>Phormidium retzii</i> (<1%), <i>Zygnema</i> sp. (<1%).
16	0,60	7	2	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (3%), <i>Batrachospermum sirodotti</i> (<1%), <i>Stigeoclonium helveticum</i> (1%), <i>Spyrogira</i> sp. (1%), <i>Stigonema robustum</i> (4%), <i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%), <i>Phormidium retzii</i> (<1%).

**Tabela 6:** continuação

Ponto	ID	nº de espécies	PORCENTAGEM DE COBERTURA ALGAL <sup>A</sup>	
			Total	Espécies
17	0,13	3	1	<i>Stigeoclonium amoenum</i> (<1%), <i>Geitlerinema amphibium</i> (<1%), <i>Batrachospermum</i> sp. (<1%)
18	0,22	3	2	<i>Tetraspora gelatinosa</i> (<1%), <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (3%), <i>Microspora quadrata</i> (<1%)
19	0,33	3	2	<i>Phormidium retzii</i> (2%), <i>Draparnaldia mutabilis</i> (4%), <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%)

a. 1 =<1%, 2 = 1 – 10%, 3 = 11 – 25%, 4 = 26 – 50%, 5 = 51 – 75%, 6 = 76 – 100%.

### 3.2. ESTUDO DE ACOMPANHAMENTO SAZONAL DE COMUNIDADES DE MACROALGAS SELECIONADAS

#### 3.2.1. Variáveis ambientais

##### Ponto 01

##### Rio Guabiroba

Dentre os riachos amostrados, o Rio Guabiroba foi o que apresentou a menor variação na temperatura (Tabelas 7 e 13). Sendo registrado também neste riacho a temperatura média mais baixa, de  $16,7\text{ °C} \pm 2,58$  (Tabela 13). A temperatura da água apresentou um claro padrão sazonal, onde observamos os menores valores entre os meses de maio/04 a setembro/04, seguida de gradual elevação até atingir seu máximo nos meses de dezembro/04 e janeiro/04 (Figura 55). Este padrão de variação está possivelmente relacionada às condições climáticas da região de estudos, onde a temperatura apresenta ampla variação entre os períodos de inverno e verão. A temperatura correlacionou-se negativamente com saturação de oxigênio, velocidade da correnteza e profundidade e positivamente com substrato tipo areia (Tabela 8). A condutividade medida durante o estudo variou amplamente durante todo o período, com valores oscilantes, porém, na maioria das observações os valores mostraram-se bastante altos, o que levou à elevação da média desta variável ( $\bar{x} = 233,9 \pm 130,5$ ). Exceção feita aos meses de Setembro/04 e Novembro/04, cujos valores estiveram abaixo de  $50\text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$  (Figura 55). A saturação de oxigênio apresentou valores elevados, acima de 57%, correspondendo a mais alta

média entre todos os riachos estudados ( $\bar{x}=73,6$ ) (Tabelas 7 e 13). Saturação de oxigênio obedeceu um padrão inverso à temperatura, apresentando os valores mais elevados durante o período correspondente aos meses de maio/04 a outubro/04, caindo abruptamente no mês de novembro/04, com posterior aumento nos meses seguintes (Figura 55). Correlações positivas foram observadas com velocidade da correnteza e substrato tipo argila (Tabela 8). Situação semelhante àquela descrita acima foi verificada para o pH, que também apresentou os valores mais elevados entre os riachos amostrados, sendo que os valores oscilaram entre neutro a levemente alcalino (Tabelas 7 e 13). O pH manteve-se praticamente estável, com valores crescentes até setembro/04, quando apresentou um aumento expressivo (outubro/04), com posterior decréscimo e oscilação dos valores até o fim das amostragens (Figura 55). Os valores de turbidez variaram muito pouco, sendo que os valores mais altos foram verificados nos meses de abril/04, maio/04 e agosto/04, declinando abruptamente em setembro/04, mantendo-se com valores muito baixos até fevereiro/05 quando novo aumento foi observado (Figura 55). Turbidez e pH correlacionaram-se negativamente entre si (Tabela 8). A profundidade apresentou ampla variação ao longo do período amostrado com valor mínimo de 13,9 cm e máximo de 58,7cm ( $\bar{x}=24,8 \pm 12,93$ ) (Tabelas 7 e 13 e Figura 55). Foram observadas correlações positivas com velocidade da correnteza e substrato tipo seixo e negativa com substrato tipo matacão e areia (Tabela 8). De forma similar, a velocidade da correnteza também apresentou grande amplitude entre os valores extremos (Tabelas 7 e 13) A velocidade da correnteza registrou valores altos nos meses de maio/04 a julho/04 quando houve uma queda significativa, com os valores mais baixos registrados nos meses de dezembro/04 a março/05 (Figura 55). De modo geral, os valores nominais foram considerados moderados ao longo do período de estudo. Velocidade da correnteza correlacionou-se positivamente com substrato tipo seixo e negativamente com substrato tipo matacão e areia.

**Tabela 7.** Valores (N=12) encontrados para as variáveis físicas e químicas estudadas durante o período de abril de 2004 a março de 2005 no Ponto 01 da Bacia do Rio das Pedras.

<b>Data</b>	<b>Temp.</b> (°C)	<b>Cond.</b> ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	<b>Oxig.</b> (% sat.)	<b>pH</b>	<b>Turb.</b> NTU	<b>Veloc.</b> ( $\text{cm.s}^{-1}$ )	<b>Prof.</b> (cm)
<b>Abril/04</b>	18,0	118	69,5	7,11	11,4	30,2	16,4
<b>Mai/04</b>	14,2	379	91,5	7,28	11,5	66,9	37,5
<b>Junho/04</b>	13,4	202	80,5	7,31	10,0	52,3	25,2

**Tabela 7.** Continuação

<b>Julho/04</b>	13,6	292	79,5	7,5	5,79	87,8	58,7
<b>Agosto/04</b>	15,6	240	79	7,44	10,7	39,5	16,3
<b>Setembro/04</b>	14,2	49,5	77,5	7,55	2,09	40,4	19,7
<b>Outubro/04</b>	16,1	256	80	8,24	1,79	48,6	33,1
<b>Novembro/04</b>	17,4	46,1	57	7,72	1,30	44,2	25,7
<b>Dezembro/04</b>	20,1	410	61,5	7,47	2,74	30,2	19,0
<b>Janeiro/05</b>	20,1	330	67	7,64	1,97	23,1	15,4
<b>Fevereiro/05</b>	18,9	381	75	7,28	8,70	30,5	17,7
<b>Março/05</b>	19,7	104	65,5	7,47	3,52	22,4	13,9

**Tabela 8:** Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio Guabiroba. \* = p<0,05; \*\* = p<0,01; \*\*\* = p<0,001.

<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>
<b>Temperatura X saturação de oxigênio</b>	- 0,749**
<b>Temperatura X velocidade da correnteza</b>	- 0,806**
<b>Temperatura X profundidade</b>	- 0,629*
<b>Temperatura X substrato tipo areia</b>	0,589*
<b>Saturação de oxigênio X velocidade da correnteza</b>	0,603*
<b>Saturação de oxigênio X substrato tipo argila</b>	0,579*
<b>pH X turbidez</b>	- 0,732**
<b>Velocidade da correnteza X profundidade</b>	0,955***
<b>Velocidade da correnteza X substrato tipo matacão</b>	- 0,729**
<b>Velocidade da correnteza X substrato tipo seixo</b>	0,744**
<b>Velocidade da correnteza X substrato tipo areia</b>	- 0,696**
<b>Profundidade X substrato tipo matacão</b>	- 0,709**
<b>Profundidade X substrato tipo seixo</b>	0,818***
<b>Profundidade X substrato tipo areia</b>	- 0,597*

## Ponto 02

### Rio das Pedras

O Rio das Pedras, durante o período de amostragem, apresentou valores de temperatura entre 12,7 e 24,6°C (Tabela 9 e 13). Um claro padrão sazonal foi observado, sendo que os valores mais baixos foram registrados no período entre maio/04 e outubro/04 (Figura 56). A temperatura correlacionou-se negativamente com saturação de oxigênio, turbidez e substrato tipo rocha e positivamente com substrato tipo areia (Tabela 10). A condutividade variou amplamente sem um padrão definido (Tabela 9 e 13), tendo como média 220,1  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Ressalta-se a ocorrência do altíssimo valor máximo na amostragem em novembro/04 (741  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e os baixos valores registrados no outono (abril, maio e junho) (Figura 56). A saturação de oxigênio apresentou-se mais homogênea no Rio das Pedras, com valores médios elevados ao longo do período de estudo (Tabela 9). Entretanto um leve declínio pôde ser observado durante o verão (Figura 56). Correlação positiva foi registrada com turbidez e negativa com pH (Tabela 10). Dentre os riachos amostrados, o Rio das Pedras foi o que mostrou a menor variação das medidas de pH, apresentando-se entre neutro a levemente alcalino (Tabela 9 e 13). Não pôde ser distinguido nenhum padrão de sazonalidade ao longo do período de estudo (Figura 56). Foi observada correlação somente com substrato do tipo matacão. A turbidez correlacionou-se positivamente com velocidade da correnteza, profundidade e substrato tipo rocha (Tabela 10) e apresentou os valores médios mais altos entre os riachos estudados, onde os valores mais elevados foram observados durante o outono e inverno (abril/04 a agosto/04) (Figura 56). Semelhante ao observado para turbidez, para profundidade foram verificados os valores mais elevados entre os riachos estudados (19,3 – 147 cm), possuindo conseqüentemente, um alto valor médio (Tabela 9 e 13). O extremo foi verificado no mês de julho/04 (Figura 56), onde a profundidade chegou a atingir valor acima de 140 cm (Tabela 9), quando não foi possível realizar os procedimentos de coleta. Caso contrário foi observado para a velocidade da correnteza, cujos valores observados foram relativamente baixos (Tabela 9 e 13). Exceção feita ao mês de julho/04, quando o valor médio da velocidade da correnteza atingiu 187,5  $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$  (Tabela 9 e Figura 56). Velocidade da correnteza e profundidade correlacionaram-se positivamente entre si.



**Tabela 9.** Valores (N=12) encontrados para as variáveis físicas e químicas estudadas durante o período de abril de 2004 a março de 2005 no Ponto 02 da Bacia do Rio das Pedras.

<b>Data</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Cond. (<math>\mu\text{S.cm}^{-1}</math>)</b>	<b>Oxig. (% sat.)</b>	<b>pH</b>	<b>Turb. NTU</b>	<b>Veloc. (<math>\text{cm.s}^{-1}</math>)</b>	<b>Prof. (cm)</b>
<b>Abril/04</b>	20,5	98,6	68	7,22	9,78	39,9	30,2
<b>Junho/04</b>	12,7	29,9	69,5	7,12	14,7	52,0	43,2
<b>Julho/04</b>	13,9	408	86	7,27	35,4	187,5	147,0
<b>Agosto/04</b>	14,7	33,1	67	7,72	20,8	41,9	32,4
<b>Setembro/04</b>	16,5	311	78,5	7,50	2,01	47,8	32,8
<b>Outubro/04</b>	17,4	221	58	7,78	4,12	31,8	50,5
<b>Novembro/04</b>	20,4	741	62	7,79	2,17	49,6	44,1
<b>Dezembro/04</b>	23,0	45,8	67,5	7,40	3,99	44,1	31,1
<b>Janeiro/05</b>	24,6	219	56	7,59	3,32	37,9	25,9
<b>Fevereiro/05</b>	22,3	422	70	7,29	2,72	34,5	30,4
<b>Março/05</b>	23,1	53,2	65,5	7,45	8,10	23,3	19,3

**Tabela 10:** Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio das Pedras. \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ .

<b>Variáveis</b>	<b>Coeficiente de correlação</b>
<b>Temperatura X saturação de oxigênio</b>	- 0,591*
<b>Temperatura X turbidez</b>	- 0,679*
<b>Temperatura X substrato tipo rocha</b>	- 0,647*
<b>Temperatura X substrato tipo areia</b>	0,745**
<b>Saturação de oxigênio X pH</b>	- 0,641*
<b>Saturação de oxigênio X turbidez</b>	0,632*
<b>pH X substrato tipo matacão</b>	0,735**
<b>Turbidez X velocidade da correnteza</b>	0,732**
<b>Turbidez X profundidade</b>	0,790**

**Tabela 10:** Continuação

<b>Turbidez X substrato tipo rocha</b>	0,710*
<b>Velocidade da correnteza X profundidade</b>	0,926***

**Ponto 03**Rio Saltinho

Neste riacho, como nos anteriores, a temperatura apresentou valores baixos e moderada variação (Tabelas 11 e 13), tendo sido registrado, no entanto, o valor máximo medido entre os pontos amostrados (Tabela 11). O mesmo padrão sazonal para os valores de temperatura encontrado nos outros riachos, também foi observado no Rio Saltinho (Tabela 11 e Figura 57), sendo que foram registradas correlações negativas com saturação de oxigênio e velocidade da correnteza (Tabela 12). A condutividade mostrou uma variação muito grande durante o período de estudos, apresentando desde valores muito baixos até muito elevados (Tabelas 11 e 13). Neste riacho foi verificada a média mais alta para esta variável ( $\bar{x} = 240,7 \pm 225,6$ ) (Tabela 11), reflexo dos altos valores registrados ao longo do período de amostragens, com exceção feita aos meses de maio/04, agosto/04 e março/05, os quais apresentaram valores baixos de condutividade (Tabela 11 e Figura 57). Os valores de saturação de oxigênio foram os mais baixos observados dentre os riachos amostrados ( $\bar{x} = 64,4\%$ ) (Tabelas 11 e 13), apresentando valores mais elevados nos meses compreendidos entre abril/04 e novembro/04 (Figura 57). Saturação de oxigênio correlacionou-se positivamente com temperatura, velocidade da correnteza e profundidade e negativamente com substrato tipo matacão (Tabela 12). O mesmo aconteceu com o pH, onde os valores obtidos foram os mais baixos entre os riachos estudados, sendo que estiveram entre levemente básico a levemente ácido (Tabelas 11 e 13 e Figura 57). Foram encontradas correlações negativas entre pH e substrato macrófita e pH e turbidez (Tabela 12 e Figura 57). A turbidez apresentou valores extremamente baixos no rio Saltinho (Tabela 11). Os valores mais altos foram observados no período entre o fim do verão e o início do inverno (abril/04, julho/04 e fevereiro/05, março/05). A turbidez apresentou ainda correlação positiva com substrato tipo macrófita. A profundidade mostrou ampla variação ao longo do período, estando entre 8,9 e 52,7cm (Tabelas 11 e 13 e Figura 57) e correlacionou-se com velocidade da correnteza e substrato tipo argila. A velocidade da correnteza apresentou os valores mais elevados entre os riachos, mostrando, da mesma forma, uma grande amplitude ao longo do período de estudo (Tabela 11 e 13), sem qualquer padrão sazonal evidente (Tabela 11). Os meses de maio/04,

julho/04, outubro/04 e fevereiro/05, apresentaram os mais altos valores de velocidade da correnteza, com valores acima de 90 cm.s<sup>-1</sup> (Figura 57).

**Tabela 11.** Valores (N=12) encontrados para as variáveis físicas e químicas estudadas durante o período de abril de 2004 a março de 2005 no Ponto 03 da Bacia do Rio das Pedras.

<b>Data</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Cond. (µS.cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>Oxig. (% sat.)</b>	<b>pH</b>	<b>Turb. NTU</b>	<b>Veloc. (cm.s<sup>-1</sup>)</b>	<b>Prof. (cm)</b>
<b>Abril/04</b>	19,2	173	64,5	6,57	8,33	49,4	13,7
<b>Mai/04</b>	14,6	60,4	86	6,42	7,36	108,0	41,0
<b>Junho/04</b>	14,9	333	66	6,65	7,03	69,7	21,2
<b>Julho/04</b>	14,0	384	74,5	6,62	5,27	144,6	52,7
<b>Agosto/04</b>	15,2	25,6	61	7,52	4,73	47,9	11,3
<b>Setembro/04</b>	14,4	246	70,5	7,20	1,97	57,0	15,6
<b>Outubro/04</b>	17,4	124	64	7,77	2,80	92,1	32,1
<b>Novembro/04</b>	20,3	829	65	7,42	1,68	51,8	23,5
<b>Dezembro/04</b>	24,1	132	52	6,98	2,72	35,3	15,3
<b>Janeiro/05</b>	25,2	405	55	7,51	3,43	25,6	10,4
<b>Fevereiro/05</b>	21,3	127	64	6,60	8,02	98,7	30,7
<b>Março/05</b>	22,7	50,4	51	6,93	8,72	23,2	8,9

**Tabela 12:** Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio Saltinho. \* = p<0,05; \*\* = p<0,01; \*\*\* = p<0,001.

<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>
Temperatura X saturação de oxigênio	- 0,774**
Temperatura X velocidade da correnteza	- 0,624*
Saturação de oxigênio X velocidade da correnteza	0,762**
Saturação de oxigênio X profundidade	0,737**
Saturação de oxigênio X substrato tipo matacão	- 0,596*
Saturação de oxigênio X substrato tipo macrofita	0,631*
pH X turbidez	0,734**

**Tabela 12:** Continuação

pH X substrato tipo macrofita	- 0,730**
Turbidez X substrato tipo macrofita	0,597*
Velocidade da correnteza X profundidade	0,965***
Profundidade X substrato tipo argila	0,654*

**Tabela 13.** Valores mínimos, máximos, médios (N=12) e desvio padrão encontrados para as variáveis físicas e químicas estudadas durante o período de abril/04 a março/05 na Bacia do Rio das Pedras.

Variável	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03
<b>Temperatura (°C)</b>	13,4 – 20,1 ( $\bar{x} = 16,7 \pm 2,58$ )	12,7 – 24,6 ( $\bar{x} = 18,6 \pm 4,1$ )	14,0 – 25,2 ( $\bar{x} = 18,6 \pm 4,07$ )
<b>Condutividade (<math>\mu\text{S.cm}^{-1}</math>)</b>	46,1 – 410 ( $\bar{x} = 233,9 \pm 130,5$ )	29,9 – 741 ( $\bar{x} = 220,1 \pm 218,5$ )	25,6 – 829 ( $\bar{x} = 240,7 \pm 225,6$ )
<b>Oxigênio (% sat.)</b>	57 – 91,5 ( $\bar{x} = 73,6 \pm 9,71$ )	56 – 90 ( $\bar{x} = 69,8 \pm 10,3$ )	51 – 86 ( $\bar{x} = 64,4 \pm 9,7$ )
<b>PH</b>	7,11 – 8,24 ( $\bar{x} = 7,5 \pm 0,28$ )	7,12 – 7,79 ( $\bar{x} = 7,43 \pm 0,24$ )	6,42 – 7,77 ( $\bar{x} = 7,01 \pm 0,45$ )
<b>Turbidez (NTU)</b>	1,3 - 11,5 ( $\bar{x} = 5,9 \pm 4,18$ )	2,1 - 35,4 ( $\bar{x} = 10,5 \pm 10,2$ )	1,6 - 8,7 ( $\bar{x} = 5,1 \pm 2,6$ )
<b>Profundidade (cm)</b>	13,9 – 58,7 ( $\bar{x} = 24,8 \pm 12,93$ )	19,3 – 147,0 ( $\bar{x} = 45,58 \pm 33,87$ )	8,9 – 52,7 ( $\bar{x} = 23,03 \pm 13,6$ )
<b>Vel. correnteza (<math>\text{cm.s}^{-1}</math>)</b>	22,4 – 87,8 ( $\bar{x} = 43,0 \pm 19,1$ )	23,3 – 187,5 ( $\bar{x} = 51,5 \pm 43,7$ )	23,2 – 144,6 ( $\bar{x} = 66,9 \pm 36,9$ )

Pela comparação estatística das diferenças entre as médias das variáveis analisadas nos três riachos na bacia de drenagem, observamos que os resultados de ANOVA revelaram diferenças significativas entre os três rios apenas para pH ( $F = 7,18$ ,  $p < 0,01$ ) e profundidade ( $F = 3,76$ ,  $p < 0,05$ ).

A Análise dos Componentes Principais (PCA, Figura 58A e B) para os três pontos de amostragem, durante o período entre abril/04 e março/05, com base nas variáveis ambientais

analisadas, não resultou na formação de qualquer grupo distinto, sendo que os três pontos não apresentaram, em conjunto, diferenças ambientais marcantes entre si. No entanto, podemos observar uma tendência de agrupamento das datas de amostragem. Na Figura 58A, considerando o Componente 1 (horizontal) nota-se que os meses de maio/04, junho/04 e julho/04, nos três riachos amostrados, encontram-se posicionados a esquerda da origem, devido basicamente às baixas temperaturas ( $\bar{x} = 13,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), e aos altos valores de saturação de oxigênio ( $\bar{x} = 80,3\%$ ), turbidez ( $\bar{x} = 12,9\text{ NTU}$ ), velocidade da correnteza ( $\bar{x} = 88,5\text{ cm.s}^{-1}$ ) e profundidade (54 cm) encontrados. O Ponto 2 no mês de julho destacou-se por apresentar valores muito altos de profundidade ( $\bar{x} = 147\text{ cm}$ ) e velocidade da correnteza ( $\bar{x} = 187,5\text{ cm.s}^{-1}$ ) explicando assim o seu posicionamento disjunto. Caso inverso foi verificado principalmente nos meses de dezembro/04, janeiro/05 e março/05, para os três riachos amostrados, onde foram registrados os valores mais altos de temperatura ( $\bar{x} = 22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e mais baixos de saturação de oxigênio ( $\bar{x} = 61,2\%$ ), turbidez ( $\bar{x} = 4,2\text{ NTU}$ ), profundidade ( $\bar{x} = 17,6\text{ cm}$ ) e velocidade da correnteza ( $\bar{x} = 29,4\text{ cm.s}^{-1}$ ). Nos demais meses foram observados valores intermediários para estas variáveis. Observando o Componente 2 (vertical) da Figura 58A, não se nota um padrão nítido de distribuição, tanto dos pontos de amostragem como das datas, isto provavelmente, devido aos valores muito oscilantes da condutividade, variável que mais influenciou este padrão de distribuição ( $r=0,78$ ). Entretanto, percebe-se que no Ponto 3 (Rio Saltinho), durante os meses de abril/04, maio/04, fevereiro/05 e março/05, foram registrados os valores mais baixos de condutividade. Por outro lado, para os Pontos 2 e 3, o mês de novembro/04 apresentou valores altíssimos de condutividade ( $\bar{x} = 741\text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$  e  $\bar{x} = 829\text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$  respectivamente).

O Componente 3 (vertical) do PCA (Figura 58B), apresentou o pH como variável ambiental de maior influência ( $r=0,65$ ). A distribuição dos pontos de amostragem mostrou que a maioria das datas de amostragem do Ponto 3 (Rio Saltinho) foi localizado no lado positivo do eixo, com os valores de pH mais baixos ( $\bar{x} = 6,85$ ), com exceção dos meses de agosto/04, setembro/04 e outubro/04, os quais apresentaram valores mais elevados de pH ( $\bar{x} = 7,5$ ). Os Pontos 1 (Rio Guabiroba) e 2 (Rio das Pedras) não mostraram um padrão nítido, sendo que os mesmos apresentaram valores médios semelhantes ( $\bar{x} = 7,5$  e  $\bar{x} = 7,43$ , respectivamente). Nos meses de maio/04, junho/04, agosto/04 e setembro/04 foram registrados os valores mais altos de pH, para os dois pontos de amostragem.

A precipitação na região de estudos durante o período de abril/04 a março/05 foi de 1833,1 mm (Figura 59A). Durante este período variou entre 39,6 e 358 mm (Figura 59A). O mês de outubro/04 apresentou o maior índice mensal, no entanto, a maior quantidade de chuvas acumuladas nos sete dias anteriores às amostragens foi registrada no mês de setembro/04 (Figura 59B). Os menores valores de precipitação pluviométrica, tanto mensal quanto para os sete dias anteriores as coletas, foram encontrados no mês de agosto/04 (Figura 59A e B). O que se percebe é que as chuvas na região de estudos são muito bem distribuídas ao longo de todo o ano.

### 3.2.2. Análise global da composição das comunidades

Foram registrados após as coletas mensais realizadas durante o período de abril de 2004 a março de 2005, na Bacia do Rio das Pedras, 19 táxons infragenéricos, um táxon em nível genérico e cinco grupos vegetativos (plantas estéreis de *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Vaucheria*, *Zignema* e plantas masculinas de *Batrachospermum*), perfazendo um total de 25 táxons (Tabelas 02 e 14). A divisão melhor representada foi Chlorophyta com 12 táxons (48% do total de táxons encontrados), seguido de Cyanobacteria com sete taxons (28%), Rhodophyta, com cinco táxons (20%) e Heterokontophyta com um táxon (4%). O registro das ocorrências dos tipos morfológicos obedeceu a seguinte relação: emaranhados (24% do total encontrado), filamentos gelatinosos (24%), colônia gelatinosa (20%), filamentos livres (20%), incrustantes (8%) e tufos (4%). Dentre os táxons observados, a imensa maioria foi restrita a um único ponto de coleta (Tabelas 02 e 14), enquanto que apenas as espécies *Phormidium retzii* e *Tolypothrix bissoidea* foram encontrados nos três pontos de amostragem. Com base em um total de 36 amostragens realizadas (três pontos amostrados durante 12 meses cada um), observou-se que *Batrachospermum virgato-decaisneanum* (44%), *Tolypothrix bissoidea* (36%), *Phormidium retzii* (33%) e *Batrachospermum puiggarianum* (30%) foram as macroalgas com o maior número de registros de ocorrência durante o período de estudo. A análise de cada ponto de amostragem isoladamente mostrou Chlorophyta como a divisão algal predominante, apresentando maior número de espécies em dois locais (Ponto 01 e Ponto 02) de amostragem, apenas no Ponto 03 houve predominância das Rhodophyta (Tabela 14). As macroalgas encontradas neste estudo apresentaram grande variação quanto aos tipos de talo (Tabela 14). Quanto às proporções relativas entre os tipos de talos inventariados, observa-se que as Cyanophyta apresentaram mais comumente o talo formado por emaranhados de

filamentos, sendo este tipo de organização observado em 72% das espécies, enquanto os tipos de talo incrustante e colônia gelatinosa ocorreram, cada um, em 14% dos táxons encontrados (Tabela 14). Entre as Chlorophyta verificou-se que os talos do tipo filamentos livres representaram 42% das ocorrências, sendo que colônias gelatinosas foram observadas em 34% das espécies e filamentos gelatinosos, incrustantes e tufos foi encontrado em 8% das espécies cada um (Tabela 14). Filamentos gelatinosos foi o único tipo de talo encontrado entre as Rhodophyta. A única espécie de Heterokontophyta encontrada apresentou o talo do tipo emaranhado (Tabela 14).

**Tabela 14.** Lista de espécies encontradas, respectivos pontos de amostragem e mês de ocorrência.

<b>Táxon<sup>a</sup></b>	<b>Ponto 01<sup>b</sup></b>	<b>Ponto 02<sup>b</sup></b>	<b>Ponto 03<sup>b</sup></b>
Cyanobacteria			
1- <i>Nostochopsis lobatus</i> (CG)	A		
2- <i>Phormidium puteale</i> (E)	Jl-O		
3- <i>Phormidium retzii</i> (E)	A-S-N-Ja-F	A	A-M-Ag-S-N-Ja
4- <i>Geitlerinema amphibium</i> (E)	Ag		
5- <i>Phormidium</i> sp. (E)	F		
6- <i>Pleurocapsa fluviatilis</i> (I)		A-M-J-Ma	
7- <i>Tolypothrix bissoidea</i> (E)	A-M-J-Jl-S-N-D-Ja-Ma	J-N	J-Jl
Chlorophyta			
8- <i>Chaetophora elegans</i> (CG)	Ja		
9- <i>Draparnaldia mutabilis</i> (FG)	A-D-Ma		A-J-Ag-Ja
10- <i>Ecbalocystis pulvinata</i> (I)			A-D-Ja-F-Ma
11- <i>Microspora stognorum</i> (FL)	D-Ma		
12- <i>Microspora quadrata</i> (FL)		Ag	
13- <i>Oedogonium</i> sp (FL)		F	
14- <i>Palmella mucosa</i> (CG)	D		
15- <i>Spirogyra</i> sp (FL)	F	Ja-F	
16- <i>Stigeoclonium amoenum</i> (TU)	Jl-Ag-N-F		
17- <i>Tetraspora lubrica</i> (CG)	D	S	

**Tabela 14.** Continuação

<b>Táxon<sup>a</sup></b>	<b>Ponto 01<sup>b</sup></b>	<b>Ponto 02<sup>b</sup></b>	<b>Ponto 03<sup>b</sup></b>
18- <i>Tetraspora gelatinosa</i> (CG)	D-Ja-Ma	Ag-Ma	
19- <i>Zygnema</i> sp. (FL)		Ma	
Heterokontophyta			
20- <i>Vaucheria</i> sp (E)	A		
Rhodophyta			
21- <i>Batrachospermum flageliforme</i> (FG)	J-Jl-Ma		
22- <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (FG)		Ag-S-O	A-M-J-Jl-Ag-S-N-Ja-
23- <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (FG)	A-M-Ag-S-O-N-Ja-F-Ma		A-M-J-Jl-Ma
24- <i>Batrachospermum virgatum</i> (FG)	Ja		Ma
25- <i>Batrachospermum</i> sp. (FG)			M-S-D

<sup>a</sup> Os parênteses à direita dos táxons indicam o tipo de talo, sendo: CG = colônia gelatinosa, E = emaranhados, FL = filamentos livres, FG = filamentos gelatinosos, I = incrustantes. <sup>b</sup> As letras, para cada ponto de amostragem, indicam o respectivo mês de ocorrência do táxon, sendo: A - abril, M - maio, J - junho, Jl - julho, A - agosto, S - setembro, O - outubro, N - novembro, D - dezembro, Ja - janeiro, F - fevereiro, Ma - março.

Cada um dos pontos amostrados, quanto à composição florística, pode ser caracterizado da seguinte forma:

### **Ponto 01**

#### Rio Guabiroba

O número total de táxons (18) encontrado neste ponto foi o maior entre os riachos amostrados. O número de táxons por data de amostragem variou de 2 a 6 ( $\bar{x} = 4 \pm 1,6$ ), sendo que o maior número de táxons foi observado durante os meses de abril/04, dezembro/04 e janeiro/05 e o menor número nos meses de maio/04, junho/04 e outubro/04 (Tabela 14 e Figura 60). O Rio Guabiroba caracterizou-se pela presença de representantes dos quatro grupos principais de macroalgas encontrados em águas correntes. As Chlorophyta foram mais abundantes em termos de número de espécies (8), sendo que quatro táxons (*Chaetophora elegans*, *Microspora stagnorum*, *Palmella mucosa*, *Stigeoclonium amoenum*) foram de



ocorrência exclusiva deste ponto (Tabela 14), seguida pelas Cyanobacteria (6 táxons), sendo que destes, quatro (*Nostochopsis lobatus*, *Phormidium puteale*, *Geitlerinema amphibium*, *Phormidium* sp.) ocorreram exclusivamente neste riacho (Tabela 14). Dentre as Rhodophyta presentes neste trecho (3 táxons), *Batrachospermum flageliforme* foi encontrado somente no Rio Guabiroba (Tabela 14) e a única espécie de Heterokontophyta, *Vaucheria* sp. foi também encontrada exclusivamente neste riacho (Tabela 14). Os valores de porcentagem de cobertura da comunidade de macroalgas do Rio Guabiroba variaram, ao longo do período de estudo, entre < 1% a 15% ( $\bar{x}=5 \pm 4,5$ ). De modo geral, o período de estudos caracterizou-se por apresentar baixos valores de porcentagem de cobertura, entretanto, nos meses de janeiro/04 e fevereiro/04 os valores foram maiores, mostrando máximo desenvolvimento da comunidade (Tabela 15 e Figura 60). Essa tendência também foi constatada em termos de número de espécies que compõem a comunidade.

As algas mais representativas, ou seja, aquelas que estiveram presentes em maior número de amostragens ao longo do período de estudo, apresentaram, no Rio Guabiroba, diferentes padrões de desenvolvimento (Tabela 15): *Batrachospermum virgato-decaisneanum* esteve ausente somente nos meses de junho/04, julho/04 e dezembro/04, sendo que teve maior crescimento durante o período correspondente ao verão (Tabela 15 e Figura 61). Por outro lado, *Tolypothrix bissoidea* não mostrou claro padrão de desenvolvimento, mantendo uma porcentagem de cobertura em níveis baixíssimos ao longo do período de estudos. Um pequeno aumento na abundância foi observado nos meses de junho/04 e dezembro/04 (Tabela 15 e Figura 61). Além de *T. bissoidea* e *B. virgato-decaisneanum*, nove táxons (50% do total) foram encontrados somente uma vez durante o período de amostragem (Tabela 14 e 15), apresentando baixíssimos valores de abundância (Tabela 15).

Quanto às correlações encontradas, observamos neste riacho que, número de espécies correlacionou-se positivamente com temperatura e negativamente com saturação de oxigênio e velocidade da correnteza (Tabela 16). A abundância (cobertura percentual) correlacionou-se negativamente com velocidade da correnteza e profundidade e positivamente com temperatura e substrato tipo matacão (Tabela 16). Número de espécies e abundância (cobertura percentual) correlacionaram-se positivamente entre si (Tabela 16).

**Tabela 15:** Número e abundância de espécies de macroalgas encontradas no Rio Guabiroba durante o período de amostragem.

<b>Data</b>	<b>Nº espécies</b>	<b>Cobertura percentual</b>	<b>Espécies</b>
<b>Abril</b>	6	2	<i>Nostochopsis lobatus</i> (<1%); <i>Phormidium retzii</i> (<1%); <i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%); <i>Draparnaldia mutabilis</i> (<1%); <i>Vaucheria</i> sp (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (3%).
<b>Mai</b>	2	1	<i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%)
<b>Junho</b>	2	2	<i>Tolypothrix bissoidea</i> (2%); <i>Batrachospermum</i> cf. <i>flageliforme</i> (<1%)
<b>Julho</b>	4	1	<i>Phormidium puteale</i> (<1%); <i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%); <i>Stigeoclonium amoenum</i> (<1%); <i>Batrachospermum</i> cf. <i>flageliforme</i> (<1%)
<b>Agosto</b>	3	1	<i>Geitlerinema amphibium</i> (<1%); <i>Stigeoclonium amoenum</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%)
<b>Setembro</b>	3	2	<i>Phormidium retzii</i> (<1%); <i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (3%)
<b>Outubro</b>	2	1	<i>Phormidium puteale</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%)
<b>Novembro</b>	4	2	<i>Phormidium retzii</i> (4%); <i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%); <i>Stigeoclonium amoenum</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%)
<b>Dezembro</b>	6	2	<i>Tolypothrix bissoidea</i> (3%); <i>Draparnaldia mutabilis</i> (<1%) <i>Microspora stagnorum</i> (1%); <i>Palmella mucosa</i> (<1%); <i>Tetraspora gelatinosa</i> (<1%); <i>Tetraspora lubrica</i> (<1%)

**Tabela 15:** Continuação

<b>Data</b>	<b>Nº espécies</b>	<b>Cobertura percentual</b>	<b>Espécies</b>
<b>Janeiro</b>	6	3	<i>Phormidium retzii</i> (5%); <i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%); <i>Chaetophora elegans</i> (<1%); <i>Tetraspora gelatinosa</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (2%); <i>Batrachospermum virgatum</i> (<1%)
<b>Fevereiro</b>	5	3	<i>Phormidium retzii</i> (3%); <i>Phormidium</i> sp. (5%); <i>Spirogyra</i> sp (<1%); <i>Stigeoclonium amoenum</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (5%)
<b>Março</b>	5	2	<i>Batrachospermum flageliforme</i> (2%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (5%); <i>Draparnaldia mutabilis</i> (<1%); <i>Microspora stagnorum</i> (<1%); <i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%)

**Tabela 16:** Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis biológicas e as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio Guabiroba. \* = p<0,05; \*\* = p<0,01; \*\*\* = p<0,001.

<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>
<b>Número de espécies X abundância</b>	0,635*
<b>Número de espécies X temperatura</b>	0,832***
<b>Número de espécies X saturação de oxigênio</b>	-0,727**
<b>Número de espécies X velocidade da correnteza</b>	-0,583*
<b>Abundância X temperatura</b>	0,639*
<b>Abundância X velocidade da correnteza</b>	-0,684**
<b>Abundância X profundidade</b>	-0,614*
<b>Abundância X substrato matacão</b>	0,745**

## **Ponto 02**

### Rio das Pedras

Foram encontrados neste ponto de amostragem dez táxons (Tabela 14). Ao longo do período de estudos o Rio das Pedras foi caracterizado pela baixa diversidade mensal, com

número de espécies por data de amostragem variando de 0 e 3 ( $\bar{x}=1,5 \pm 1$ ). O maior número de taxons foi verificado nos meses de agosto/04 e março/05, ao passo que ausência total foi verificada somente nos meses de julho/04 e dezembro/04 (Figura 59). Chlorophyta foi à divisão mais abundante em termos de número de espécies (6 taxons), seguida de Cyanobacteria (3) e Rhodophyta (1). Os táxons *Microspora quadrata*, *Oedogonium* sp., *Pleurocapsa fluviatilis* e *Zygnema* sp. foram encontradas exclusivamente no Rio das Pedras. Os valores de porcentagem de cobertura total da comunidade do Ponto 2, variaram muito pouco ao longo do período de amostragem, estando sempre abaixo de 3% de cobertura percentual, com exceção do mês de fevereiro/05, quando a abundância foi de 15% (Tabela 17 e Figura 60). Os valores de abundância variaram entre 0 e 18% ( $\bar{x}=2,3 \pm 5,0$ ). *Pleurocapsa fluviatilis* foi à espécie melhor representada, estando presente em quatro das 12 amostragens, sendo que a mesma apresentou melhor desenvolvimento no período correspondente à estação de outono, visto que ocorreu nos meses de abril/04, maio/04, junho/04 e março/05 (Tabela 17 e Figura 62). Em todas as amostragens verificou-se, ainda, baixíssimos valores de abundância para esta alga. *Batrachospermum puiggarianum*, a segunda alga mais freqüente, apresentou melhor desenvolvimento durante o período compreendido entre agosto/04, quando ocorreu a maior abundância, até outubro/04, quando se observou um sucessivo declínio na cobertura percentual desta espécie (Figura 62). Em adição, os táxons *Microspora quadrata*, *Oedogonium* sp., *Phormidium retzii*, *Tetraspora lubrica* e *Zygnema* sp. foram encontradas em somente uma data de amostragem.

O número de espécies correlacionou-se negativamente com profundidade e positivamente com abundância (Tabela 18).

**Tabela 17:** Número e abundância de espécies de macroalgas encontradas no Rio das Pedras durante o período de amostragem.

Data	Nº espécies	Cobertura percentual	Espécies
Abril	2	1	<i>Pleurocapsa fluviatilis</i> (<1%); <i>Phormidium retzii</i> (<1%)
Maio	1	1	<i>Pleurocapsa fluviatilis</i> (<1%)

**Tabela 17:** Continuação

<b>Data</b>	<b>Nº espécies</b>	<b>Cobertura percentual</b>	<b>Espécies</b>
<b>Junho</b>	2	1	<i>Pleurocapsa fluviatilis</i> (<1%); <i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%)
<b>Julho</b>	0	0	Nenhuma
<b>Agosto</b>	3	2	<i>Microspora quadrata</i> (<1%); <i>Tetraspora gelatinosa</i> (<1%); <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (3%)
<b>Setembro</b>	2	2	<i>Tetraspora lubrica</i> (<1%); <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (2%)
<b>Outubro</b>	1	1	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%)
<b>Novembro</b>	1	1	<i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%)
<b>Dezembro</b>	0	0	Nenhuma
<b>Janeiro</b>	1	2	<i>Spirogyra</i> sp (2%)
<b>Fevereiro</b>	2	3	<i>Oedogonium</i> sp (10%); <i>Spirogyra</i> sp (5%)
<b>Março</b>	3	1	<i>Pleurocapsa fluviatilis</i> (<1%); <i>Zygnema</i> sp (<1%); <i>Tetraspora gelatinosa</i> (<1%)

**Tabela 18:** Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis biológicas e as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio das Pedras. \* = p<0,05; \*\* = p<0,01; \*\*\* = p<0,001.

<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>
<b>Número de espécies X abundância</b>	0,577*
<b>Número de espécies X profundidade</b>	-0,568*

### **Ponto 03**

#### Rio Saltinho

Neste ponto foi encontrado o menor número de táxons (8) entre os riachos amostrados, e o mesmo caracterizou-se pelo predomínio de táxons pertencentes à divisão Rhodophyta (4

táxons), seguido de Cyanobacteria e Chlorophyta, ambos com dois táxons. *Ecbalocystis pulvinata* var. *pulvinata* e *Batrachospermum* sp. (planta masculina) foram encontrados exclusivamente neste ponto de amostragem. O número de espécies por data de amostragem variou de 0 a 5 ( $\bar{x} = 2,8 \pm 1,4$ ). A maior diversidade de espécies foi encontrada somente nas amostragens correspondentes aos meses de abril/04 e junho/04, ao passo que a menor foi observada na amostragem do mês de outubro/04 (Tabela 19 e Figura 60). Os valores de abundância variaram entre 0 e 6% de cobertura percentual ( $\bar{x} = 1,55 \pm 1,9$ ), sendo estes valores os mais baixos entre os riachos amostrados. Os meses de abril/04 e agosto/04 apresentaram os valores médios mais altos de abundância, enquanto que na grande maioria dos meses a média esteve abaixo de 1%, chegando a zero no mês de outubro/04, por apresentar total ausência de macroalgas (Figura 60). As algas mais representativas, apresentaram, ao longo do período de estudo, valores muito baixos de abundância. *Batrachospermum puiggarianum*, presente em oito datas de amostragem, apresentou melhor desenvolvimento nos meses de abril/04, junho/04 e julho/04, mantendo nos demais meses valores de cobertura percentual baixos (Figura 63). *Phormidium retzii* apresentou um leve aumento na cobertura percentual, no mês de agosto/04, no entanto, nos demais meses manteve baixos valores de abundância (Tabela 19 e Figura 63). *Batrachospermum* sp. foi encontrado em apenas uma data de amostragem.

Quanto às correlações observadas, o número de espécies correlacionou-se negativamente com substrato tipo matacão (Tabela 20). Número de espécies e abundância correlacionaram-se positivamente entre si (Tabela 20).

**Tabela 19:** Número e abundância de espécies de macroalgas encontradas no Rio Saltinho durante o período de amostragem.

Data	Nº espécies	Cobertura percentual	Espécies
<b>Abril</b>	5	2	<i>Phormidium retzii</i> (<1%); <i>Draparnandia mutabilis</i> (2%); <i>Ecbalocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%) <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (3%)
<b>Mai</b>	3	1	<i>Phormidium retzii</i> (<1%); <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%); <i>Batrachospermum</i> sp (<1%)

**Tabela 19:** Continuação

<b>Data</b>	<b>Nº espécies</b>	<b>Cobertura percentual</b>	<b>Espécies</b>
<b>Junho</b>	5	2	<i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%); <i>Draparnaldia mutabilis</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%); <i>B. puiggarianum</i> (2%); <i>Batrachospermum</i> sp (<1%)
<b>Julho</b>	3	2	<i>Tolypothrix bissoidea</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%); <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (2%)
<b>Agosto</b>	3	2	<i>Phormidium retzii</i> (2%); <i>Draparnaldia mutabilis</i> (4%); <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%)
<b>Setembro</b>	3	1	<i>Phormidium retzii</i> (<1%); <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%); <i>Batrachospermum</i> sp (<1%)
<b>Outubro</b>	0	0	Nenhuma
<b>Novembro</b>	2	1	<i>Phormidium retzii</i> (<1%); <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%)
<b>Dezembro</b>	2	1	<i>Ecbalocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (<1%); <i>Batrachospermum</i> sp (<1%)
<b>Janeiro</b>	4	1	<i>Phormidium retzii</i> (<1%); <i>Draparnaldia mutabilis</i> (<1%); <i>Ecbalocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (<1%); <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (<1%)
<b>Fevereiro</b>	1	1	<i>Ecbalocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (<1%)
<b>Março</b>	3	2	<i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (<1%); <i>Batrachospermum virgatum</i> (<1%); <i>Ecbalocystis pulvinata</i> (4%)

**Tabela 20:** Valores significativos (n = 12) dos coeficientes de correlação r de Pearson entre as variáveis biológicas e as variáveis físicas e químicas dos pontos de amostragem do Rio Saltinho. \* = p<0,05; \*\* = p<0,01; \*\*\* = p<0,001.

<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação</b>
<b>Número de espécies X abundância</b>	0,730**
<b>Número de espécies X substrato tipo matacão</b>	-0,657*

Os resultados de ANOVA, para as análises biológicas analisadas (riqueza e abundância de espécies), entre os três rios da Bacia do Rio das Pedras, revelaram diferenças altamente significativas para número de espécies ( $F= 9,78$ ,  $p<0,001$ ). No entanto, não foram encontrados níveis significativos de diferença entre os valores de abundância (cobertura percentual) entre os riachos analisados.

A Análise de Correspondência Destendenciada (DCA, Figura 64), para a distribuição dos três pontos de amostragem analisados, durante o período de 12 meses consecutivos, com relação à composição da comunidade de macroalgas mostrou os seguintes resultados, descritos abaixo.

Os três pontos de amostragem mostraram um padrão de distribuição particular ao longo do período de estudo, devido às diferentes características biológicas das comunidades analisadas. O Ponto 01 (Rio Guabiroba) mostrou-se o mais homogêneo entre os três pontos amostrados, onde todos os meses de amostragem apresentaram uma composição da comunidade de macroalgas muito semelhante, reflexo da presença de espécies em comum entre os meses de amostragem. Outro fator importante foi a presença quase constante da alga vermelha *Batrachospermum virgato-decaisneanum*, ausente somente em três meses de amostragem (junho/04, julho/04 e dezembro/04). Apesar dos meses de amostragem apresentarem espécies em comum, fazendo com que se apresentem muito homogêneos, ao mesmo tempo, os táxons *Nostochopsis lobatus*, *Geitlerinema amphibium*, *Phormidium* sp, *Chaetophora elegans*, *Microspora quadrata*, *Palmella mucosa*, *Spirogyra* sp, *Tetraspora lubrica* e *Batrachospermum puiggarianum* foram encontrados em uma única data de amostragem, o que faz com que cada mês seja também, bastante particular quanto à composição da comunidade. O Ponto 02 apresentou, diferentemente do Ponto 01, a formação de grupos de datas de amostragem. Os grupos foram formados basicamente, em função da comparação das comunidades ao longo do período de estudos. Desta forma, os meses de abril/04, maio/04, junho/04 e março/05 agruparam-se próximos devido a presença em comum da espécie *Pleurocapsa fluviatilis*. Da mesma forma, os meses de agosto/04, setembro/04 e outubro/04 agruparam-se devido a presença em comum da alga vermelha *Batrachospermum puiggarianum*. E ainda os meses de janeiro/05 e fevereiro/05 apresentaram em comum ao táxon *Oedogonium* sp. As demais espécies registradas neste ponto apresentaram pouca representatividade, sendo encontradas apenas esporadicamente. Os meses de julho/04 e dezembro/04 foram excluídos desta análise por apresentar ausência total de espécies de



macroalgas. O Ponto 03 apresentou-se relativamente homogêneo, o que se deve a baixa diversidade de espécies encontrada. Dessa forma, os meses de abril/04, maio/04, agosto/04, setembro/04, janeiro/05 e março/05, agruparam-se devido, principalmente à presença comum das espécies *Batrachospermum puiggarianum* e *Phoemidium retzii*. Os meses de junho/04 e julho/04 apresentaram-se mais semelhantes ao Ponto 01 quanto à composição florística, principalmente por apresentar em comum as espécies *Batrachospermum virgato-decaisneanum*, *Draparnaldia mutabilis* e *Tolypothrix bissoidea*. O mês de outubro/04 não foi incluído nesta análise por apresentar ausência total de espécies de macroalgas.

Os resultados da análise de regressão múltipla forneceram, em geral, valores de explicabilidade relativamente altos para a dinâmica sazonal das comunidades. Temperatura, pH e velocidade da correnteza foram responsáveis em conjunto por 74% da variação no número de espécies e 36% da variação da porcentagem de cobertura no Ponto 01 (Rio Guabiroba). No Rio das Pedras (Ponto 02), a regressão mostrou que turbidez, profundidade e velocidade da correnteza foram responsáveis, em conjunto, por 53% das variações no número de espécies, enquanto que para a porcentagem de cobertura, profundidade, turbidez e condutividade, juntas, foram responsáveis por 20% da variação. Temperatura, pH e velocidade da correnteza foram os fatores que mais explicaram a variação no número de espécies (40%) no Ponto 03 (Rio Saltinho). Temperatura, turbidez e profundidade foram responsáveis por 26% da variação na porcentagem de cobertura neste último ponto de amostragem.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. LEVANTAMENTO TAXONÔMICO

A composição florística da comunidade de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras não mostrou nenhuma novidade taxonômica em relação a trabalhos desenvolvidos previamente em outras regiões do Brasil e do mundo. No entanto, foram encontrados quatro novos registros para o Brasil e 18 para o Estado do Paraná. Esta situação reflete claramente a carência de trabalhos taxonômicos e ecológicos envolvendo como objeto de estudo as comunidades de macroalgas de riachos brasileiros, particularmente no Estado do Paraná. Um fator agravante desta situação é que no Brasil há uma enorme amplitude de habitats e condições climáticas regionais que, seguramente, devem provocar variações na composição e estrutura de comunidades de macroalgas em nível regional local e que ainda não são conhecidas.

Várias espécies identificadas no presente estudo têm sido amplamente registradas como ocorrendo em ambientes lóticos de todo o mundo (p.ex., *Batrachospermum flageliforme*, *Batrachospermum sirodotii*, *Chaetophora elegans*, *Microspora quadrata*, *Phormidium retzii*, *Stigeoclonium helveticum*). Entretanto, de um modo geral, a flora das comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras apresentou-se relativamente diferente das encontradas em outras regiões brasileiras, com espécies incomuns em estudos de natureza semelhante (p.ex., *Ecbalocystis pulvinata*, *Fischerella* sp., *Komvophorom schmidlei*, *Nostoc verrucosum*, *Phormidium autumnale*, *Phormidium kuetzingianum*, *Tolipothryx bissoidea*, *Palmella mucosa*). Esta observação reforça o comentário acima e sugere a necessidade de se aumentar o esforço de estudo sobre este grupo de algas.

Alguns dos táxons inventariados têm sido reportados como tipicamente de regiões temperadas (e.g. *Palmella mucosa*, *Nostoc verrucosum*, *Tetraspora gelatinosa*, *Tetraspora lubrica*), e a sua presença no presente estudo pode estar relacionada às características climáticas particulares da região, onde há ocorrência típica de temperaturas extremamente baixas no inverno.

A proporção de tipos morfológicos apresentados pelas espécies na Bacia do Rio das Pedras basicamente concorda com aquela de trabalhos anteriores (NECCHI et al., 1997; BRANCO & NECCHI, 1996a). Entretanto, algumas diferenças notáveis foram encontradas, particularmente com uma alta proporção de colônias e filamentos gelatinosos somada aos

escassos registros de filamentos livres e tufos. Talos gelatinosos, juntamente com o tipo filamentos emaranhados (tipo de talo predominante neste estudo) podem ser considerados como relativamente bem adaptados ao estresse mecânico provocado pela velocidade da correnteza (SHEATH & HAMBROOK, 1988; SHEATH & COLE, 1992). Considerando que no presente estudo a velocidade da correnteza registrou elevada média quando comparada com estudos similares (BRANCO & NECCHI, 1996b; NECCHI et al., 2000), as proporções de tipos morfológicos aqui reportadas são absolutamente coerentes.

Entre os grupos de algas comumente encontrados em rios e riachos, de acordo com ROUND (1965), apenas a Bacillariophyceae não foi encontrada na Bacia do Rio das Pedras. Situações semelhantes têm sido encontradas em outros trabalhos (BRANCO & NECCHI, 1996a; NECCHI et al., 1997; NECCHI & PASCOALOTO, 1993), onde poucos representantes ou mesmo total ausência deste grupo algal é verificada.

O predomínio de representantes da divisão Cyanobacteria e Chlorophyta, basicamente concorda com trabalhos anteriormente desenvolvidos tanto em regiões tropicais quanto temperadas, onde as duas divisões representam a maioria dos táxons inventariados (BRANCO & NECCHI, 1998 - 47,2% e 41,7%; ENTWISLE, 1990 - 17% e 57%; %, NECCHI et al., 2000 - 33% e 41%; NECCHI et al., 2003 - 40% e 36,5%, SHEATH et al., 1989 - 21% e 43%; SHEATH & COLE, 1992 - 24% e 35, respectivamente). *Phormidium retzii* foi encontrada como sendo a espécie mais bem distribuída na Bacia do Rio das Pedras. Esta espécie tem sido reportada como sendo uma espécie cosmopolita e de ampla distribuição em vários estudos. SHEATH & COLE (1992), em um estudo em 1000 segmentos de riachos na América do Norte encontraram *Phormidium retzii* como a mais bem distribuída espécie de macroalga. NECCHI et al. (2000) também registraram esta espécie como predominante nos riachos do Estado de São Paulo.

O número global de espécies de macroalgas (36 táxons) encontrado no levantamento taxonômico realizado nos rios e riachos da Bacia do Rio das Pedras foi relativamente menor do que aqueles reportados em outros estudos similares (BRANCO & NECCHI, 1996a – 42 táxons; NECCHI et al., 1994 – 48 táxons). Entretanto, se considerarmos o número de pontos de amostragem utilizado na Bacia do Rio das Pedras (19 pontos de amostragem) veremos que o número de espécies em relação ao número de pontos de amostragem ( $\bar{x} = 1,9$  espécies/ponto de amostragem), foi proporcionalmente maior quando comparado com os trabalhos mencionados acima. BRANCO & NECCHI (1996a) estudaram as comunidades de macroalgas de riachos da região oriental de Mata Atlântica do Estado de São Paulo e

registraram a presença de 42 táxons em 52 pontos de amostragem ( $\bar{x} = 0,8$  espécies/ponto de amostragem) e NECCHI et al. (1997) encontraram 48 táxons em 44 pontos de amostragem ( $\bar{x} = 1,1$  espécies/ponto de amostragem) em um levantamento taxonômico realizado nos ambientes lóticos da região Noroeste do Estado de São Paulo.

O maior número de espécies por ponto de amostragem observado no presente estudo pode ser uma resposta a um esforço amostral adicional, onde coletas mensais foram realizadas em três dos 19 pontos de amostragem visitados. No entanto, mesmo se desconsiderarmos as espécies que foram coletadas exclusivamente nos pontos do estudo sazonal, fora das datas das amostragens referentes ao levantamento taxonômico (um total de 7 táxons), ainda assim o número de espécies por ponto de amostragem ( $\bar{x} = 1,5$  espécies/ponto de amostragem) será maior que os reportados para os estudos apresentados acima.

NECCHI et al. (1994), em um trabalho semelhante realizado na Bacia do Rio Preto (SP), envolvendo um número muito maior de amostragens temporais adicionais do que o praticado no presente estudo (total de 110 amostragens vs 52 amostragens, respectivamente), registraram a ocorrência de 31 táxons em 22 pontos ( $\bar{x} = 1,4$  espécies/ponto de amostragem). Somando-se aos trabalhos relatados acima (indistintamente realizados em regiões tropicais do Estado de São Paulo), dois estudos sobre as comunidades de macroalgas lóticas de regiões temperadas e boreais, um realizado na Floresta Boreal do Leste da América do Norte (SHEATH et al., 1989) e outro na região centro-sul do Alasca (SHEATH et al., 1986), apresentaram riquezas relativas menores (1,3 espécies/ponto de amostragem e 1,0 espécie/ponto de amostragem, respectivamente) do que as observadas para a Bacia do Rio das Pedras.

Os resultados apresentados acima indicam que, de fato, as comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras apresentaram maior riqueza relativa de espécies do que aquelas reportadas para outros estudos similares conduzidos tanto em regiões tropicais quanto temperadas.

Os resultados de riqueza relativa observados no presente estudo podem ser comparados com aqueles registrados para os riachos da região de campos de altitude da Bacia do Alto São Francisco situada no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), quando tais dados são tomados em estação sazonal comparável, qual seja, inverno (NECCHI et al., 2003, 13 táxons em 9 pontos de amostragem -  $\bar{x} = 1,4$  espécies/ponto de amostragem).

Apesar dos rios e riachos da Bacia do Rio das Pedras apresentarem uma riqueza específica relativamente maior, o mesmo não foi observado para abundância de espécies,

quando se considera a cobertura percentual média. Os valores de cobertura percentual média registrados para a Bacia do Rio das Pedras ( $\bar{x} = 5,2\%$ ) foram muito inferiores àqueles encontrados em outros estudos com amostragem realizadas em outras regiões do Brasil e do mundo, a saber: Mata Atlântica (BRANCO & NECCHI, 1996a -  $\bar{x} = 15,5\%$  de cobertura percentual média); Região Centro-Sul do Alasca (SHEATH et al., 1986 -  $\bar{x} = 35,7\%$ ) e Bacia do Alto São Francisco na Serra da Canastra (NECCHI et al., 2003 -  $\bar{x} = 12,5\%$ ).

Quando são analisados os parâmetros riqueza (número de espécies do ponto) e abundância (cobertura percentual do ponto) para cada um dos pontos de amostragem de forma individual, os resultados mostram valores extremamente baixos para ambos. Ou seja, como uma regra geral, os pontos de amostragem registraram, individualmente, baixos número (89,5% dos pontos de amostragem mostraram número de espécies  $\leq 3$ ) e abundância de espécies (78,9% dos pontos de amostragem registraram valores de abundância menores que  $\leq 4,5\%$  de cobertura percentual). Os baixos valores de índice de diversidade obtidos para cada ponto de amostragem corroboram a observação acima. Entretanto, assim como observado em outros estudos (BRANCO & NECCHI, 1996a, BRANCO et al., 1999, NECCHI et al. 1994, NECCHI et al., 1995, SHEATH & BURKHOLDER, 1985, SHEATH et al, 1986, SHEATH et al., 1989) na Bacia do Rio das Pedras, grande parte das espécies coletadas (21 espécies ou 58% do total) foi registrada em apenas um único ponto de amostragem. Este alto grau de espécies exclusivas explicaria, de certa forma, a aparente contradição que foi observada entre o alto valor de riqueza relativa de espécies da bacia como um todo e os baixos valores de riqueza de espécies dos pontos individualmente.

BRANCO & NECCHI (1996a) utilizaram a Hipótese do Distúrbio Intermediário (HDI) para explicar a baixa riqueza relativa de espécies encontrada na região oriental da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, onde os altos índices de precipitação pluviométrica foram considerados como o fator mais influente sobre as comunidades de macroalgas analisadas. Na Bacia do Rio das Pedras, no entanto, apesar dos altos valores de precipitação pluviométrica e da grande frequência de ocorrência destes eventos, foi registrada uma maior riqueza relativa de espécies. Aparentemente, este resultado contradiz o que se esperaria para um ambiente com alta pressão seletiva provocada por chuvas intensas e frequentes. Entretanto, como comentado acima, a riqueza relativa foi fortemente influenciada pelo alto grau de espécies de ocorrência exclusiva em um único ponto de amostragem, indicando a existência sobre a comunidade de macroalgas de influências provocadas tanto por características locais (p.ex., tipo de substrato, intensidade luminosa, curso do canal d'água,

variáveis físicas e químicas da água de cada um dos pontos amostrados) quanto por características globais da bacia (p.ex., precipitação pluviométrica, clima, formação geológica).

Em resumo, os resultados sugerem que as características globais da bacia são importantes para o estabelecimento e manutenção das comunidades de macroalgas nos rios e riachos da Bacia do Rio das Pedras, mas, por sua vez, cada trecho analisado apresenta um conjunto próprio de características abióticas que levam a estruturação de uma comunidade de macroalgas muito particular, onde poucas espécies estão presentes e, ainda, em baixíssimas abundâncias (cobertura percentual).

Os resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA, Figura 6) mostraram que na Bacia do Rio das Pedras, as variáveis medidas, as quais tem sido normalmente utilizadas para descrever aspectos sobre a dinâmica das comunidades de macroalgas em outras regiões, não foram suficientes para explicar a distribuição da comunidade de macroalgas na região de estudos, sendo que outros fatores, assim como interações bióticas (competição, herbivoria), nutrientes, composição do solo, podem estar exercendo maior influência sobre o padrão encontrado. Apenas duas variáveis, pH e profundidade, mostraram correlações superficiais com o padrão de distribuição das comunidades de macroalgas na Bacia do Rio das Pedras apontado pela CCA.

Vários estudos têm demonstrado, particularmente, a influência do pH sobre aspectos estruturais destas comunidades algais em certos ambientes lóticos em todo o mundo. SHEATH & BURKHOLDER (1985) relacionaram o alto número de espécies de macroalgas identificado nos riachos em Rhode Island com os baixos valores de pH medidos. Os autores sugerem que a existência de alta diversidade de espécies esteve relacionada com valores de pH variando entre levemente ácido a neutro. Os resultados indicaram que nestas condições, a forma predominante de carbono inorgânico presente na água (dióxido de carbono livre) seria a mais adequada para uso fisiológico por várias espécies de macroalgas lóticis, com especial referência aos representantes da divisão Rhodophyta. Na Bacia do Rio das Pedras a imensa maioria dos pontos de amostragem (95%) apresentou pH próximo ao neutro ou tendendo para levemente básico. Apenas um dos pontos de amostragem registrou pH tendendo para levemente ácido (Ponto 14). Vários trabalhos na literatura mundial sugerem que as algas vermelhas são mais frequentemente encontradas em águas levemente ácidas com pH variando entre 6,0 e 7,0 (NECCHI, 1993; SHEATH & HAMBROOK, 1990). De forma coerente com tais informações, no riacho da Bacia do Rio das Pedras onde foi registrado o menor valor de pH (Ponto 14) foi também registrada a presença de duas espécies de algas vermelhas

(*Batrachospermum puiggarianum* e *B. sirodotii*) com abundâncias relativamente altas (coberturas percentuais de 6 e 17%, respectivamente – Tabela 6). A ocorrência de mais de uma espécie de alga vermelha não foi exclusiva do Ponto 14, entretanto, nos demais riachos onde esta situação foi verificada (Pontos 9 e 16) as abundâncias foram expressivamente menores (Tabela 6).

A profundidade, por sua vez, têm sido utilizada fundamentalmente como um indicador indireto do estado de outros parâmetros ambientais mais diretamente relacionados com o estabelecimento e a manutenção das comunidades de macroalgas de riachos. Neste contexto, a profundidade pode indicar, por exemplo, as características hidrodinâmicas do riacho, a quantidade de partículas em suspensão, a qualidade e a quantidade da energia luminosa e a intensidade do impacto mecânico da coluna d'água sobre os organismos bentônicos. No presente estudo, a correlação encontrada entre profundidade e o padrão de distribuição das macroalgas foi superficial e isolada, sem que nenhuma outra correlação com fatores efetivamente causais fosse observada. Neste sentido, pouca informação pode ser extraída da influência da profundidade sobre as comunidades de macroalgas de rios e riachos da Bacia do Rio das Pedras.

Em adição, os resultados mostraram uma correlação negativa entre substrato tipo cascalho e o número de espécies de macroalgas. Influência desta natureza já é bastante conhecida e diversas vezes reportada na literatura (NECCHI et al. 1994; SHEATH & MÜLLER, 1997; WHITTON, 1975). Basicamente, sustenta-se na menor estabilidade do substrato disponível para a fixação de macroalgas, uma vez o cascalho é formado por pequenas partículas rochosas sujeitas a intensa movimentação provocada pelo fluxo d'água.

Embora os resultados mostrados pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) e pelas análises de correlação tenham sugerido que os fatores mais influentes sejam apenas pH, profundidade e substrato, a seguir serão discutidas as características globais dos rios e riachos da região de estudos, mostrando o perfil das principais variáveis ambientais e seu possível efeito sobre as comunidades de macroalgas ali encontradas.

De modo geral, os riachos estudados apresentam-se com baixos níveis de sombreamento e turbidez. Alguns autores sugerem que, em regiões tropicais, a diversidade das comunidades de macroalgas de riachos é inversamente relacionada com altos valores de sombreamento provocado pela vegetação marginal (BRANCO & NECCHI, 1996a) e de turbidez da água (NECCHI & PASCOALOTO, 1993). Neste contexto, os resultados observados na Bacia do Rio das Pedras indicam que os riachos da área de estudos apresentam

alta disponibilidade de energia luminosa sem que haja seleção de comprimentos de onda, situação ideal para o estabelecimento de uma comunidade mais rica.

Em contraposição à favorável disponibilidade de luz, foi observado, como comentado acima, cascalho como tipo de substrato predominante, um substrato rochoso de baixa estabilidade. Aliado a isso, o registro de velocidades da correnteza relativamente altas, sabidamente um fator capaz de provocar desestabilização do leito do riacho, além de agir diretamente na comunidade de algas através do forte impacto mecânico sobre as macroalgas (HORNER & WELCH, 1981; NECCHI & PASCOALOTO, 1993; REITER & CARLSON, 1986; STEINMAN & McINTIRE, 1986; DUNCAN & BLINN 1989), podem ter tido relevante papel na estrutura das comunidades de macroalgas lólicas da Bacia do Rio das Pedras.

Neste sentido, os riachos localizados na parte mais acima da bacia (Pontos 13, 14, 15 e 16) mostraram os mais altos valores tanto para número quanto para abundância (cobertura percentual) de espécies. Este resultado está de acordo com o que se espera para uma bacia de drenagem, onde os efeitos da correnteza sobre as comunidades algais devem aumentar no sentido montante-jusante, como consequência do aumento de ordem e volume d'água dos rios, juntamente com o aporte de água de rios e riachos de menor porte que deságuam neles.

Alguns fatores climáticos importantes também devem ser considerados nesta discussão. As taxas de precipitação pluviométrica e as temperaturas da água são, neste sentido, os principais exemplos. A precipitação pluviométrica apresentou valores elevados durante o período de amostragem (Figura 10), o qual mantém o ambiente em um estado de “não equilíbrio” constante, prevenindo o estabelecimento de mecanismos de competição e, conseqüentemente, a dominância de algumas espécies sobre outras. De outra forma, tais valores de precipitação pluviométrica impõem forte pressão sobre as macroalgas, de tal modo, que apenas poucas espécies se estabeleçam e, assim mesmo, com valores extremamente baixos de abundância (cobertura percentual). Resultados semelhantes foram encontrados para as comunidades de macroalgas de riachos da região oriental de Mata Atlântica do Estado de São Paulo (BRANCO & NECCHI, 1996a).

A temperatura da água apresentou valores relativamente baixos em todos os rios e riachos amostrados (ca. de 80% dos pontos com temperaturas inferiores a 15,0°C). DeNICOLA (1996) postula que alterações na diversidade de espécies do perifíton podem ocorrer em função da temperatura. De maneira geral, o autor sugere que a diversidade de espécies deve aumentar com um correspondente aumento da temperatura até um limite



máximo de 25-30°C. Neste contexto, as temperaturas encontradas no presente estudo favoreceriam o estabelecimento de comunidades com menor diversidade de espécies, fato concretamente observado pelas amostragens.

A correlação entre o número e a abundância de espécies encontrada na Bacia do Rio das Pedras indica que as comunidades mais abundantes são também as mais diversificadas (distribuição em mosaico) como já tem sido verificada em outros estudos (p.ex., BRANCO & NECCHI, 1996b; NECCHI et al., 1995; SHEATH et al., 1986, 1989).

## **4.2. ACOMPANHAMENTO DA DINÂMICA SAZONAL**

### **4.2.1. Variáveis Ambientais**

A análise dos parâmetros físicos e químicos da água, para os três pontos de amostragem da Bacia do Rio das Pedras mostrou um padrão particular de variação sazonal para cada um dos riachos analisados. Em conjunto, o que se pode observar é que a região de estudos apresenta um padrão de flutuação das variáveis ambientais absolutamente típico, não se enquadrando como uma região temperada, onde as quatro estações do ano são bem definidas (DUNCAN & BLINN, 1989; ROSEMOND, 1994), nem tampouco com uma região tropical que apresenta períodos de alternância entre épocas de chuva e seca (BRANCO & NECCHI, 1997; NECCHI & PASCOALOTO, 1993). Portanto, o padrão encontrado pode ser caracterizado como sendo regionais, de forma que muitas das variáveis estudadas mostraram um perfil de oscilação sazonal relativamente diferente do registrado em outras regiões brasileiras e do mundo.

A precipitação pluviométrica na região, a variável que de certa forma age como força motriz na dinâmica dos corpos d'água, apresenta uma distribuição bastante uniforme ao longo de todo o ano com uma leve tendência de aumento de intensidade no final do outono e início da primavera.

Os valores de temperatura variaram de forma muito similar nos três riachos amostrados, com valores muito baixos durante o período de maio/04 a setembro/04, sendo que a partir de setembro/04 observa-se um contínuo aumento. Nos meses de junho/04 e julho/04 foram observadas as menores temperaturas, enquanto os valores mais altos ocorreram nos meses de janeiro/05 e fevereiro/05. Variação que pode ser explicada pelas condições climáticas da região, onde são observados invernos rigorosos e verões amenos (WONS 1982). No Ponto 01 foram registradas as temperaturas médias mais baixas, enquanto que no Ponto 03

foram registradas as mais altas. Segundo GORDON et al. (1992), a temperatura aumenta no sentido montante-jusante, onde a profundidade também é maior, o que favorece a manutenção da temperatura. As características fisionômicas do Ponto 01 coincidem com os postulados dos autores acima, uma vez que apresentou pequenas profundidades ao longo de todo o estudo. Somando-se a este fator, a presença de uma vegetação marginal extremamente preservada deve contribuir para as baixas temperaturas observadas, uma vez que o intenso sombreamento provocado pela vegetação marginal seguramente dificulta a entrada de energia luminosa na superfície da água. No entanto, no Ponto 03, que também se caracteriza por ser um riacho de pequeno porte e baixas profundidades, foram encontradas temperaturas relativamente altas ao longo de todo o estudo, principalmente no período de verão. Provavelmente, este resultado deve estar relacionado ao estado de degradação mais elevado da vegetação marginal, o que leva a um aumento na quantidade de energia luminosa que atinge diretamente a superfície do riacho, favorecendo, conseqüentemente, o aumento da temperatura d'água.

Os valores de saturação de oxigênio registrados durante todo o período de amostragem foram considerado elevados. Uma relação inversa àquela registrada para temperatura foi observada para saturação de oxigênio nos pontos amostrados, de tal modo que, como uma regra, os valores mais altos de saturação de oxigênio foram registrados no Ponto 01, justamente onde as temperaturas mais baixas foram medidas. Esta relação inversa tem sido encontrada em diversos outros trabalhos (BRANCO, 1996; NECCHI & BRANCO, 1992; NECCHI et al., 1994) e também podem ser observadas quando se analisa o perfil sazonal da variável em cada ponto de amostragem individualmente. Em todos os três pontos de amostragem do presente estudo os maiores valores de saturação de oxigênio foram registrados durante o inverno, assim como, os menores valores foram encontrados no verão. As correlações significativas e negativas encontradas entre saturação de oxigênio e temperatura em todos os riachos amostrados corroboram tais observações.

A velocidade da correnteza é outro fator que exerce influência sobre os níveis de oxigênio na água, já que com o aumento da velocidade, aumenta também a turbulência e, conseqüentemente, a solubilidade do gás na água. Os valores encontrados para velocidade da correnteza na Bacia do Rio das Pedras, são considerados de moderados a altos, o que também pode ter contribuído para os altos índices de saturação de oxigênio medidos. Novamente, as correlações significativas e positivas entre saturação de oxigênio e velocidade da correnteza, em dois dos três riachos amostrados, confirmam esta relação.

A condutividade variou amplamente durante todo o período de estudos, sendo que os três riachos apresentaram valores médios muito elevados, com picos atingindo valores altíssimos em algumas amostragens. Segundo BRANCO (1996), a precipitação tem influência direta na concentração de íons, onde o aumento no volume de água leva a um aumento na condutividade elétrica, já que a água leva consigo uma grande quantidade de íons. Este aumento é mais pronunciado no final do período chuvoso, quando a quantidade de água começa a diminuir e, conseqüentemente, a concentração dos íons aumenta. Este padrão, entretanto, não foi observado nos riachos da Bacia do Rio das Pedras. Nos três riachos amostrados durante o estudo sazonal a variação de condutividade não apresentou nenhuma correlação significativa com precipitação pluviométrica. Quando se analisa cada ponto individualmente esta observação se reforça. Em dois dos três pontos de amostragem (Pontos 02 e 03) os maiores valores de condutividade elétrica (com valores surpreendentemente acima dos 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) foram registrados na amostragem de novembro/04, justamente quando a precipitação pluviométrica foi registrada com valores baixíssimos (9,6 mm nos sete dias anteriores à coleta dos dados). No caso específico da Bacia do Rio das Pedras, os padrões de variação de condutividade devem estar relacionados com fatores mais locais, tais como tipo de substrato, relevo, composição do solo e vegetação marginal (GORDON et al., 1992; BIGGS, 1990). As características locais sustentam tal suposição, uma vez que os solos que circundam os corpos d'água são pouco desenvolvidos (Cambissolos) e rasos (Neossolos) e que o relevo é muito acidentado, provocando a um maior aporte de sedimentos nos rios e riachos.

Os valores de pH, nos três pontos de amostragem, apresentaram variação moderada ao longo do período de estudos. De modo geral, os valores mais baixos foram encontrados no período entre abril/04 e julho/04. NECCHI & PASCOALOTO (1993) e BRANCO (1996) reportam correlações significativas e negativas entre pH e precipitação pluviométrica, entretanto, em nenhum dos pontos de amostragem amostrados no presente estudo foi observada correlação desta mesma natureza. Para a Bacia do Rio das Pedras, o comportamento sazonal do pH obedeceu a variações particulares, definindo padrões próprios de cada riacho. Os valores médios registrados para os Pontos 01 e 02 foram relativamente elevados comparáveis àqueles reportados para a Região de Águas Duras do Estado de São Paulo (NECCHI et al., 2000). No Ponto 03, por sua vez, foi observada maior amplitude de pH, com valores oscilando desde levemente ácido até levemente alcalino. PHILLIPS & STEWART (1990) atribuíram a alteração no pH através de um gradiente longitudinal, à

atividade antropogênica. Este pode ser o caso dos riachos da Bacia do Rio das Pedras, já que o Ponto 03 parece ser o mais impactado pelo manejo de áreas agrícola instaladas no seu entorno.

A turbidez apresentou, de modo geral, valores baixos em todos os pontos de amostragem ao longo de todo período sazonal investigado. Os valores mais altos foram registrados, como uma regra, durante o período de abril/04 a agosto/04. Embora esta variável seja fortemente influenciada pelo regime pluviométrico, os valores medidos para turbidez no mês de setembro/04, quando foi registrado o maior índice pluviométrico nos sete dias acumulados antes da coleta, não sofreram um correspondente e esperado aumento. BRANCO (1996) explicou os baixos valores de turbidez em períodos de chuva, devido ao aumento na quantidade de água e conseqüente diluição da matéria particulada. Por sua vez, com a diminuição do volume de água, haveria um aumento da turbidez, devido a maior concentração de matéria particulada. Aparentemente, esta explicação pode se aplicar aos dados da Bacia do Rio das Pedras, uma vez que em outros momentos do período sazonal investigado variações nos valores de precipitação e turbidez responderam coerentemente ao postulado acima (p.ex., fevereiro/05 registrou altos valores de turbidez, apesar das chuvas acumuladas terem mantido índices pluviométricos baixos). Por outro lado, NECCHI et al. (1996), estudando um riacho na região noroeste do Estado de São Paulo, observaram que a variação nictimeral de turbidez é muito maior sob a influência direta de chuvas fortes. Particularmente para o Ponto 02, onde foram registrados os maiores valores de toda a bacia, os resultados sugerem uma correspondência entre turbidez e eventos de precipitação próximos às medições desta variável. No mês de julho/04, onde foi verificado o maior valor de turbidez entre todas as amostragens realizadas na Bacia do Rio das Pedras (35,4 NTU), houve registro de chuvas tanto no dia anterior quanto no mesmo dia da realização da amostragem.

Assim como observado para turbidez, a velocidade da correnteza variou em função da precipitação pluviométrica, embora os valores obtidos devam ser considerados à luz do descompasso temporal entre as datas da realização de amostragens e as dos eventos de chuva, percebe, que na região de estudos ocorre um processo de escoamento de água muito acelerado, sendo que num primeiro momento o grande volume de água leva a um aumento na velocidade da correnteza e, logo após o término das chuvas, há uma rápida diminuição na quantidade de água ocasionando uma conseqüente diminuição e estabilização do fluxo e da velocidade da correnteza. Neste sentido, a distância temporal entre as precipitações e as medições de velocidade podem, de certo modo, mascarar os efeitos daqueles sobre estes. Mas

a amostragem de julho/04 estabelece a verdadeira influência da precipitação sobre a velocidade da correnteza. Nesta amostragem registraram-se os maiores valores de velocidade da correnteza nos três riachos amostrados. De forma coerente, foi observada a ocorrência de chuvas, que acumuladas com as do dia anterior, atingiram 59,2 mm.

Segundo os resultados de Análise de Variância (ANOVA - uma via), apenas profundidade e pH, apresentaram diferenças significativas entre os pontos de amostragem. As diferenças de profundidade refletem, na verdade, o tamanho e volume de água dos ambientes lóticos estudados. Neste contexto, o Rio das Pedras, ponto de amostragem que diferiu dos demais, apresentou as maiores profundidades durante todo o período de estudos. Estes resultados já eram esperados, uma vez que o Rio das Pedras além de ser o maior daqueles que foram amostrados (quarta ordem de grandeza), corresponde ao principal rio da bacia hidrográfica estudada recebendo a entrada de água de diversos afluentes, incluindo os demais ambientes lóticos analisados neste trabalho. As diferenças no pH restringiram-se ao Rio Saltinho que apresentou os valores de pH mais baixos quando comparados com os demais ambientes amostrados. Esta diferença deve estar provavelmente relacionada à ação antrópica, visto que este riacho é o que apresenta, aparentemente, a presença mais próxima e visível de atividades humanas, tais como estradas e atividades de agricultura. PHILLIPS & STEWART (1990) atribuíram aos efeitos da ação antrópica as alterações nos valores de pH ao longo do riacho Quaker Run. REBSDORF et al. (1991) relacionaram alterações no pH ao longo do tempo com as atividades de agricultura. Possivelmente, estas também sejam os principais fatores responsáveis pela diferenciação do pH observada no Rio Saltinho.

A análise do PCA das amostragens sazonais dos três pontos com as variáveis ambientais mostrou que os três riachos analisados, de modo geral, não há diferenças significativas entre eles. Entretanto, a análise de PCA quando considerados os componentes 1 e 3 mostrou uma clara influência do pH na dispersão das amostragens realizadas no Rio Saltinho (Ponto 3). Neste sentido, a maioria das datas de amostragem formou um grupo consistente e caracterizado por apresentar os mais baixos valores de pH.

Por outro lado, a análise do PCA, tanto quando são consideradas as dispersões ordenadas pelos Componentes 1 e 2 quanto às dispersões ordenadas pelos Componentes 1 e 3, mostrou que, de forma geral, há uma leve tendência para a organização de grupos por datas ao invés de pontos de amostragem. Este resultado indica que deve haver uma relação mais próxima deste padrão de dispersão com características sazonais da bacia hidrográfica como um todo, particularmente aquelas relacionadas com o clima da região, incluindo temperatura e

as variáveis intimamente associadas à precipitação pluviométrica (turbidez, velocidade da correnteza e profundidade). O modelo mais evidente desta situação pode ser observado pela análise dos grupos formados pelas amostragens realizadas nos meses de inverno (maio/04, junho/04 e julho/04). Nestes meses, onde o clima da região registra temperaturas do ar bastante baixas, os três pontos apresentaram, em comum, temperaturas da água também muito baixas e, conseqüentemente, altos valores de saturação de oxigênio. Além disto, turbidez, velocidade da correnteza e profundidade apresentaram valores mais elevados, como conseqüência dos altos valores de precipitação pluviométrica.

#### **4.2.2. Dinâmica Sazonal das Comunidades de Macroalgas**

O número total de táxons encontrados nos três pontos de amostragem durante o período de estudos foi relativamente alto (25 espécies em 36 amostragens). Estudos semelhantes, realizados em regiões temperadas, revelaram resultados parecidos. SHEATH & BURKHOLDER (1985) registraram 39 táxons, entretanto, tais estudos foram realizados com base em um grande número de trechos, durante um período de tempo maior (40 trechos, entre junho/79 e março/82). Em regiões tropicais, BRANCO & NECCHI (1997) registraram 37 táxons em nove segmentos (117 amostragens) de três bacias da região noroeste do estado de São Paulo.

O grupo de algas mais representativo em termos de número de espécies foi Chlorophyta, seguido de Cyanobacteria, Rhodophyta e Heterokontophyta, o que basicamente concorda com outros trabalhos. SHEATH & BURKHOLDER (1985) encontraram Chlorophyta como grupo amplamente dominante nos riachos em Rhode Island. ENTWISLE (1989) também encontrou as algas verdes como grupo predominante em riachos da Austrália. NECCHI & PASCOALOTO (1993) reportaram as algas verdes como dominante na Bacia do Rio Preto. O único registro de dominância de outra divisão algal em comunidades de macroalgas de riachos foi feito por BRANCO & NECCHI (1997), onde os resultados mostraram a ocorrência de maior número de espécies de Cyanobacteria do que o de algas verdes, embora estas últimas também tenham tido alta representatividade.

O número de espécies por data de amostragem encontrado nos três riachos ao longo do período de estudos apresentou um padrão de distribuição sazonal diferente, refletindo as características ambientais particulares de cada ambiente lótico analisado. De maneira geral, pôde-se observar um padrão muito distinto daqueles encontrados em outras regiões brasileiras, sendo que na Bacia do Rio das Pedras nota-se, visivelmente, que o período de

maior riqueza de espécies correspondeu ao intervalo entre o final da primavera e final do outono. Resultado similar foi obtido para abundância (cobertura percentual), no entanto, tais resultados não são tão nítidos. Isto provavelmente deva ser ocasionado pelos baixíssimos valores registrados durante todo o período de estudos.

Os dados registrados na Bacia do Rio das Pedras são contrários àqueles encontrados em regiões temperadas (SHEATH, 1984; SHEATH & BURKHOLDER, 1985; SHEATH & HAMBROCK, 1990) e tropicais (BRANCO & NECCHI, 1997; NECCHI, 1992, 1993; NECCHI & PASCOALOTO, 1993; NECCHI et al., 1991) e tidos como típicos para o desenvolvimento das comunidades de macroalgas de ambientes lóticos. Como uma regra geral, o período mais favorável ao desenvolvimento das comunidades de macroalgas, tanto em regiões temperadas como tropicais, corresponde ao intervalo sazonal que se estende do final do outono ao início da primavera, com máxima frequência e abundância ocorrendo no pico do inverno. No entanto, os fatores ambientais considerados como os principais responsáveis por um padrão de distribuição sazonal similar nestas regiões são distintos.

Em regiões temperadas as variações na intensidade e qualidade da radiação luminosa são considerados os fatores que mais influenciam a sazonalidade das comunidades de algas lóticas. Isto se deve, principalmente, às alterações sazonais na vegetação marginal dos rios e riachos, quando no período de inverno caem as folhas das árvores permitindo uma maior entrada de energia luminosa na superfície da água (WHITTON, 1975; SHEATH & BURKHOLDER, 1985; STEIMAN & McINTIRE, 1986, 1987). Por outro lado, em regiões tropicais, a precipitação tem sido considerada como o principal fator responsável pela sazonalidade das comunidades de algas lóticas (NECCHI et al., 1991; NECCHI & PASCOALOTO, 1993; BRANCO & NECCHI, 1997). Durante o período entre o fim da primavera e o início do outono, a quantidade e a intensidade das chuvas aumentam, provocando, conseqüentemente, o aumento na profundidade e na turbidez limitando, assim, a penetração de luz na coluna d'água. Da mesma forma, aumento nas precipitações ocasionam maiores velocidades da correnteza levando ao desprendimento da maior parte da comunidade de algas bentônicas.

Segundo os resultados das análises de regressão múltipla, encontrados em todos os pontos de amostragem, entre os parâmetros que mais atuaram sobre a determinação do padrão de distribuição sazonal das comunidades de macroalgas estudadas estão a temperatura e as variáveis relacionadas à precipitação pluviométrica (velocidade da correnteza, profundidade e turbidez). Estes resultados sugerem que a precipitação pluviométrica também parece ser um

dos fatores responsáveis pela definição do padrão de dinâmica sazonal observado para as comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras. No entanto, como as chuvas são distribuídas uniformemente durante todo o ano, as variáveis mais intimamente associadas à precipitação, como velocidade da correnteza, profundidade e turbidez, parecem exercer influências pontuais ao longo de todo o período sazonal. Por outro lado, a temperatura apresentou uma distribuição sazonal muito mais evidente, com os maiores valores desta variável sendo observados no período correspondendo ao final da primavera até o final do outono, justamente o período de maior riqueza e abundância de espécies em todos os pontos de amostragem.

Neste sentido, o padrão de distribuição sazonal observado neste estudo para as comunidades de macroalgas nos riachos da Bacia do Rio das Pedras parece estar mais fortemente influenciado pela temperatura.

A composição florística mostrou-se bastante diversa nos três riachos amostrados na Bacia do Rio das Pedras. Dentre os 25 táxons inventariados, apenas dois foram comuns aos três riachos, sendo que 15 táxons estiveram restritos a um único ponto de amostragem. Isto reflete as condições ambientais particulares de cada trecho, o que favorece o desenvolvimento de uma comunidade muito característica. BRANCO & NECCHI (1997) estudando três bacias de drenagem encontraram maiores diferenças na comunidade de macroalgas entre as diferentes bacias que nos trechos de uma mesma bacia de drenagem. Da mesma forma, a distribuição sazonal das espécies encontradas em cada um dos pontos de amostragem foi particular e específica.

Uma observação comum a todos os pontos de amostragem quando se analisa o perfil sazonal de variação de suas comunidades de macroalgas é que as frequências de ocorrência de espécies de algas vermelhas e azuis foram maiores do que de Chlorophyta, embora estas últimas predominem numericamente. Estes resultados podem ser atribuídos a algumas características morfológicas (p. ex., tipo de talo e estruturas de fixação) e fisiológicas (p.ex., presença de ficobilinas como pigmentos acessórios no seu complexo pigmentar) típicos nos grupos mais frequentes. Particularmente, a presença de um complexo pigmentar semelhante nas algas vermelhas e azuis poderia oferecer melhores condições fisiológicas para o desenvolvimento destas algas em ambientes com menor intensidade luminosa.

Segundo SHEATH (1984) a baixa contribuição em relação ao número de espécies de algas vermelhas em ecossistemas lóticos é compensada pela sua alta produtividade e frequência. Os resultados observados na Bacia do Rio das Pedras concordam em parte com o



postulado acima, já que representantes das algas vermelhas são pouco numerosos, porém, em contrapartida, de ocorrência muito frequente ao longo do período sazonal amostrado, embora em baixa abundância.

NECCHI & PASCOALOTO (1993) sugeriram que a alta produtividade (representada pelos altos valores de abundância registrados) das duas espécies da divisão Rhodophyta encontradas na Bacia do Rio Preto (*Batrachospermum delicatulum* e *Compsopogon coeruleus*) relacionou-se com o fato de tais algas apresentarem melhores condições de crescimento em ambientes onde a temperatura apresenta estreita faixa de variação sazonal, bem como, águas com maiores valores deste parâmetro. Diferentemente do observado pelos autores acima citados, as espécies de algas vermelhas encontradas nos riachos da Bacia do Rio das Pedras apresentaram, como regra, baixos valores de abundância. Estes resultados podem ser reflexos do fato das variações sazonais de temperatura terem sido muito maiores, assim como as temperaturas nominais muito menores do que as reportadas no trabalho citado acima.

Um fato importante e que, portanto, deve ser registrado para a região de estudo foi a completa ausência do estágio 'Chantransia' durante todo o período de amostragem. Este estágio de vida presente de forma evidente em espécies de *Batrachospermum* tem sido apontado como um fator chave para determinar a eficiência deste gênero em ecossistemas lóticos (NECCHI, 1993).

BRANCO & NECCHI (1998) encontraram um grande número de cianofíceas estudando três bacias de drenagem, reflexo, entre outras características, da boa adaptação destas algas a ambientes com baixa irradiância. Aparentemente, com já foi discutido acima, a intensidade luminosa também deve ter exercido importante papel na distribuição das algas azuis na Bacia do Rio das Pedras, uma vez que o maior número de espécies, assim com a maior frequência de ocorrência destas algas ao longo de todo o período sazonal estudado foi observado no ponto de amostragem com maior intensidade de sombreamento provocado pela vegetação marginal (Ponto 01).

Em síntese, com o estudo das comunidades de macroalgas de riachos da Bacia do Rio das Pedras, pudemos estabelecer as seguintes conclusões:

01. A riqueza relativa de espécies de macroalgas de riachos da área estudada foi relativamente alta quando comparada a estudos similares com grande número de amostragens. O contrário foi registrado para riqueza e abundância de espécies nos pontos de amostragem, o que pode estar relacionado à alta taxa de endemismo observada.

02. O padrão de distribuição espacial encontrado para as comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras mostrou-se diferente daquele reportado em trabalhos similares.

03. Aparentemente as características locais e globais parecem exercer uma importante influência no padrão de distribuição espacial encontrado, entretanto os resultados não permitiram a identificação de um conjunto de variáveis ambientais capaz de explicá-lo satisfatoriamente.

04. As variáveis que mais exerceram influência (pH, profundidade e substrato cascalho) sobre o padrão de distribuição espacial das comunidades de macroalgas apresentaram apenas fracas correlações, pouco explicando tal distribuição.

05. Todos os grupos típicos de macroalgas foram encontrados na região de estudos, com predominância das divisões Cyanophyta e Chlorophyta, o que basicamente concorda com trabalhos anteriores. No entanto, a composição de espécies apresentou algumas diferenças, com uma flora relativamente diferenciada.

06. O estudo da dinâmica sazonal das comunidades de macroalgas revelou um padrão totalmente distinto àquele encontrado em outras regiões do Brasil, particularmente em função do diferenciado regime de precipitação pluviométrica da região de estudos.

07. No entanto a temperatura, variável que apresentou uma distribuição sazonal mais coerente ao desenvolvimento das comunidades de macroalgas, parece ser o principal fator responsável pela dinâmica sazonal das comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras.

08. A grande representatividade, com relação a presença ao longo do período sazonal amostrado, de representantes das divisões Cyanobacteria e Rhodophyta, deve estar relacionado à características em comuns das mesmas (ex. pigmentos acessórios no complexo pigmentar), as quais lhes confere maior capacidade de desenvolvimento em ambientes com baixa irradiância.

Estudos enfocando macroalgas de rios e riachos no Brasil, ainda são poucos. Apesar de haver um certo conhecimento acumulado sobre o assunto, principalmente no Estado de São Paulo, ainda existe relativa carência de estudos dessa natureza em outras regiões e biomas brasileiros. O conhecimento tanto de aspectos relacionados a composição florística quanto ecológicos de comunidades de macroalgas de outras regiões brasileiras podem oferecer importantes subsídios para o entendimento de processos sobre a estrutura e dinâmica das comunidades de macroalgas de ecossistemas lóticos do Brasil.

## 5. RESUMO

A bacia de drenagem do Rio das Pedras, localizada no município de Guarapuava, centro-oeste do estado do Paraná, sul do Brasil foi selecionada para a realização do presente trabalho. Os objetivos principais foram o conhecimento da composição das comunidades de macroalgas e os padrões de distribuição espacial e sazonal das macroalgas e suas relações com alguns parâmetros ambientais dos ambientes lóticos analisados.

Durante o período de 26 de julho a 21 de agosto de 2004, foram realizadas amostragens em 19 rios e riachos, visando o levantamento taxonômico e aspectos da distribuição espacial das comunidades de macroalgas, a partir da avaliação de parâmetros biológicos das comunidades (composição, riqueza e abundância) e ambientais (tipo de substrato, sombreamento, profundidade, velocidade da correnteza, temperatura da água, condutividade, pH, turbidez e saturação de oxigênio). No período de abril/04 a março/05 foram realizadas amostragens mensais em três riachos selecionados, utilizando os mesmos parâmetros biológicos e ambientais, com vistas a avaliar a dinâmica temporal das comunidades de macroalgas selecionadas. Com base nos resultados brutos obtidos foram efetuados os seguintes testes estatísticos: a. correlação com o coeficiente  $r$  de Pearson, b. análise de variância (ANOVA - uma via), c. regressão linear múltipla, d. análise dos componentes principais (PCA), e. análise de correspondência destendenciada (DCA) e f. análise de correspondência canônica (CCA).

Os valores de todos os parâmetros ambientais avaliados mostraram-se, de modo geral, comparáveis a outros estudos realizados em outras regiões brasileiras, no entanto alguns em particular mostraram-se característicos da região, assim como baixas temperaturas e altos valores de condutividade e saturação de oxigênio. Com relação a sazonalidade os padrões divergem totalmente daqueles encontrados em regiões tropicais, com típicas estações de chuva e seca. Na região de estudos não se observa um padrão sazonal nítido, devido provavelmente ao regime pluviométrico característico, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

O estudo taxonômico revelou a ocorrência de 36 táxons. A divisão com maior contribuição em termos de número de espécies foi Cyanophyta (15 táxons ou 42% do total de táxons), seguido de Chlorophyta (14 táxons ou 39%), Rhodophyta (6 táxons ou 16%) e Heterokontophyta (1 taxon ou 3%). Entre os táxons identificados, 04 espécies são novas citações para o Brasil e 18 para o Estado do Paraná. Tais resultados refletem a carência de

estudos dessa natureza em ambientes lóticos brasileiros. A flora encontrada correspondeu, em termos de proporção de espécies das divisões, às aquelas encontradas em outras regiões tanto do Brasil quanto do mundo. No entanto a Bacia do Rio das Pedras, apresentou uma comunidade, com relação a composição de espécies, relativamente diferente daquelas encontradas em ambientes lóticos brasileiros, com espécies exclusivamente reportadas para a região de estudos (e.g. *Konvophoron schmidlei*, *Palmella mucosa*, *Phormidium kuetzingianum*).

A distribuição das macroalgas com relação aos parâmetros físicos e químicos não apresentou padrões nítidos de ocorrência. Segundo os resultados do CCA, os parâmetros analisados não foram suficientes para explicar a distribuição espacial das comunidades de macroalgas na Bacia do Rio das Pedras, sendo que somente pH, profundidade e cascalho foram as variáveis relacionadas a esta distribuição.

Na Bacia do Rio das Pedras observou-se um padrão sazonal de desenvolvimento das comunidades de macroalgas distinto daquele comumente descrito. Neste estudo, o período de maior desenvolvimento das comunidades de macroalgas foi verificado como sendo entre outubro/04 a março/05. Aparentemente, o padrão de precipitação pluviométrica na região, que se caracteriza por ter chuvas bem distribuídas ao longo do ano, exerce importante papel no padrão de distribuição das comunidades de macroalgas. Entretanto, entre todas as variáveis, a temperatura parece ser aquela que influencia mais fortemente a distribuição sazonal das macroalgas da Bacia do Rio das Pedras.

Desta forma os resultados obtidos evidenciam diferenças tanto florísticas quanto ambientais e sazonais entre os riachos analisados na Bacia do Rio das Pedras, refletindo a diferença entre gradientes subtropicais e tropicais dentro do território brasileiro, e enfatizando estudos desta natureza nas mais diversas regiões do Brasil.

## 6. ABSTRACT

The drainage basin of the Rio das Pedras, situated at city of the Guarapuava, west central of Paraná state, south Brazil were selected to the realization of present survey. The main objectives were the knowledge of the composition macroalgae communities and pattern of spatial and seasonal distribution of the macroalgae and your relation with some environment parameters of lotic ecosystems analyzed.

During the period of 26 july at 21 august 2004, were realized samples to 19 sites, aim the taxonomic survey and aspects of the spatial distribution of macroalgae communities, to part of evaluation of biological parameters of communities (composition, richness and abundance) and environmental (substratum type, shading, depth, current velocity, water temperature, specific conductance, pH, turbidity e oxygen saturation). Monthly samples were carried out from abril/04 and março/05 in three selected streams, utilize of same biological and environmental parameters, with view evaluate to temporal dynamics of selected macroalgae communities. The results were submitted to the following statistical tests: a. correlation, with  $r$  Pearson coefficient, b. analysis of variance (ANOVA - one way), c. multiple linear regression d. principal components analysis (PCA), e. detrended correspondence analysis (DCA), f. canonical correspondence analysis (CCA).

The values of all environmental parameters evaluate reveal, of general mode, comparables to diverse studies realized on others brasilian regions, however, some into particular reveal region characteristics, even as cooler temperature and highest values of specific conductance and dissolved oxygen. With relation to seasonality, of pattern disagree wholly that discovered into tropical regions, with typical of rainy and dry season. At the region of studies not observe one distinct seasonal pattern, due probably to typical precipitation regime, with rain well diffuse to long of year.

The taxonomic survey manifest occurrence of 36 taxa, exist the division with major contribution into number of species go Cyanophyta (15 taxa or 42% of taxa total), followed of Chlorophyta (39%), Rhodophyta (16%) e Heterokontophyta (3%). To be not registered new occurrence, indeed 04 species go new citation to Brazil and 18 species to Paraná state. Such results reflect the lack of studies that nature to brazilian lotic environments. It flora found correspond, into species proportion of division, those found to other regions thus Brazil than world. However exhibit a community, with relation species composition, relatively different

those found in brazilian lotic environment, with species exclusive of study region (e.g. *Konvophoron schmidlei*, *Palmella mucosa*, *Phormidium kuetzingianum*).

The macroalgae distribution with relation to physical and chemical parameters not exhibit clear pattern of occurrence. Second results of CCA, the analyzed parameters to be not sufficient for explain spatial distribution of macroalgae communities of Rio das Pedras basin, than be only pH and depth were variables more related this distribution. Thus, accredit that others factors to be not this measured and utilized normally for describe structure of macroalgae communities in tropical environments, to be exert major influence about this pattern.

The seasonal dynamics of macroalgae communities provide some interesting results, different those found in others brasilian regions. At the Rio das Pedras basin observed an inverse pattern of macroalgae communities developed, principally for richness of species, already than abundance remain low during every study. The period of major developed of macroalgae communities were verifying between october/04 a march/05. Several factors to be operate at the communities seasonality, how instance, temperature, pH, depth, current velocity and turbidity. This characteristic must principally to precipitation regime of region, wich is very distributed at the year.

The results evidence thus floristic as environmental difference between stream analyzed in Rio das Pedras basin, where each segment is unit, with proper characteristics, make of region very heterogeneous, and this with others brasilian regions, reflect of the difference between tropical and subtropical gradient within brasilian territory, and emphasize it deficiency of works this nature at the lotic environments of Brazil.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATTISTELLI, M., CAMARGO FILHO, M., HEERDT, B. Proteção e Manejo da Bacia do Rio das Pedras – Relato de Experiências. 134p. 2004.
- BIGGS, B.J.F. Periphyton communities and their environments in New Zealand rivers. *New Zeal. J. Mar. Freshw. Res.* 24, 367-386, 1990.
- BIGGS, B.J.F., PRICE, G.M.A. A survey of filamentous algal proliferations in New Zealand rivers. *New Zeal. J. Mar. Freshw. Res.*, 24, 367-386, 1987.
- BOLD, H.C. & WYNNE, M.J. Introduction to the algae: Structure and reproduction. 2ª ed., Nova Jersey: Prentice Hall, 720 p. 1985.
- BORCHARDT, M.A. Nutrients - In: STEVENSON, R.J., BOTHWELL, M.L., LOWE, R.L. (eds): Algal ecology, Academic Press, San Diego. p. 184-227, 1996.
- BRANCO, C.C.Z. Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta) de ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo: Flora, Distribuição, Dinâmica de populações e Biogeografia. Tese de Doutorado, Rio Claro, IB, UNESP. 160 p. 1999.
- BRANCO, C.C.Z. Aspectos florísticos e ecológicos das comunidades de macroalgas de riachos da região oriental de Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Rio Claro, IB, UNESP. 108 p. 1995.
- BRANCO, C.C.Z. & NECCHI, O.Jr. Temporal dynamics of two species of Chaetophoraceae (Chlorophyta) in tropical streams of São Paulo State, southeastern Brazil. *Rev. Brasil. Bot.*, v.26 (2), 151-161, 2003.
- BRANCO, C.C.Z. & NECCHI, O.Jr. Survey of stream macroalgae of eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol.* 80, 35-57, 1996a.
- BRANCO, C.C.Z. & NECCHI, O.Jr. Distribution of stream macroalgae in the eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. *Hydrobiologia.* 333, 139-150.
- BRANCO, L.H.Z. Composição, distribuição espacial e dinâmica sazonal das comunidades de macroalgas de três bacias de drenagem da região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Rio Claro, IB, UNESP. 161p. 1996.
- BRANCO, L.H.Z. & NECCHI, O. Jr. Distribution of stream macroalgae in three tropical drainage basins of southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol.* 142, 241-256, 1998.
- BRANCO, L.H.Z. & NECCHI, O. Jr. Seasonality of macroalgae in three tropical drainage basins in São Paulo State, southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol.* 141, 75-91, 1997.

- BRANCO, L.H.Z., NECCHI, O.Jr., BRANCO, C.C.Z. Ecological distribution of Cyanophyceae in lotic ecosystems of São Paulo State. *Rev. Brasil. Bot.* v.24, n.1, p. 99-108, 2001.
- COOPER, S.D., BARMUTA, L., SARNELLE, O., KRATZ, K., DIEHL, S. Quantifying spatial heterogeneity in streams. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 16, 174-188, 1997.
- DeNICOLA, D.M. Periphyton responses to temperature at different ecological levels. In: STEVENSON, R.J., BOTHWELL, M.L., LOWE, R.L. (eds): *Algal ecology - freshwater benthic ecosystems*. - Academic Press, San Diego. p. 150-181, 1996.
- DeNICOLA, D.M., HOGLAND, K.D., ROEMER, S.C. Influence of canopy cover on spectral irradiance and periphyton assemblages in a prairie stream. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 11, 391-404, 1992.
- DIGBY, P.G.N. & KEMPTON, R.A. *Multivariate analysis of ecological communities*. London, Chapman and Hall, 206 p. 1987.
- DUNCAN, S.W. & BLINN, D.W. Importance of physical variables on the seasonal dynamics of epilithic algae in a highly shaded canyon stream. *J. Phycol.* 25, 455-461, 1989.
- ENTWISLE, T.J. Macroalgae in the upper Yarra and Watts River catchments: Distribution and Phenology. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 41, 505-522, 1990.
- ENTWISLE, T.J. Macroalgae in Yarra River basin: flora and distribution. – *Proc. Royal Soc. Victoria* 101, 1-76, 1989.
- FRANCESCHINI, I.M. Flora de Cyanophyceae do Rio Seco, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Napaea*, Porto Alegre, v.7, p.1-39, 1990.
- FILKIN, N.R., SHERWOOD, A.R., VIS, M.L. Macroalgae from 23 Stream in the Hawaiian Islands. *Pacific Science* v.57, 4, 421-431, 2003.
- GORDON, N. D., McMAHON, T.A., FINLAYSON, B.L. *Stream hydrology, an introduction for ecologists*. John Wiley & Sons, Chichester. 526 p. 1992.
- HILL, W.R. Effects of light. - In: STEVENSON, R.J., BOTHWELL, M.L., LOWE, R.L. (eds): *Algal ecology - freshwater benthic ecosystems*. - Academic Press, San Diego. p.121-148. 1996.
- HOLMES, N.T.H. & WHITTON, B.A. Phytobenthos of River Tees and its tributaries. *Freshwat. Biol.* 11, 43-60, 1981.
- HOLMES, N.T.H. & WHITTON, B.A. The macrophytic vegetation of River Tees in 1975: observed and predicted changes. *Freshwat. Biol.*, 07, 43-60, 1977.



- HORNER, R.R. & WEKCH, E.B. Stream periphyton development in relation to current velocity and nutrients. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 449-457, 1981.
- HYNES, H.B.N. The ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool. 555 p. 1970.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, n.07, p.92, 1992.
- JOHNSON, N.M. Acid Rain: Neutralization within the Hubbard Brook ecosystem and regional implications. *Science*. 204, 497-499, 1979.
- JOHANSSON, C. Attached algal vegetation in running water of Jamtland, Sweden. *Acta Phytogeogr. Suec.* v.74, p.1-84, 1982.
- JOHN, D.M. & MOORE, J.A. Observations on the phytobenthos of freshwater Thames II. The floristic composition and distribution of the smaller algae sample using artificial surfaces. *Arch. Hydrobiol.* v.103, n.1, p. 83-97, 1985.
- KREBS, C.J. Ecological methodology. New York, Harper & Row. 654 p. 1989.
- LAMBERT, G.A. The role of periphyton in benthic food webs. In: STEVENSON, R.J., BOTHWELL, M., LOWE, R.L. (Ed) Algal Ecology; freshwater benthic ecosystems. San Diego: Academic Press, p. 533-564, 1996.
- LEE, R.E. Phycology. 2ª ed. Cambridge: Cambridge Univ., 654 p. 1989.
- MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 3ª ed. Curitiba: Imprensa Oficial. 440 p. 2002.
- MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 2ª ed. Rio de Janeiro: J. Olympio. 1981.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. Multivariate Analysis of Ecological Data. MjM Software, Glendern Beach, OR. 1999.
- NECCHI, O.Jr. Macroalgae dynamics in a spring in São Paulo State, southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol.* v.124, n.4, p.489-499, 1992.
- NECCHI, O. Jr. Distribution and seasonal dynamics of Rhodophyta in the Preto River basin, southeastern Brazil. *Hydrobiologia*. 250, 81-90, 1993.
- NECCHI, O.Jr. Ecologia de algas de ecossistemas lóticos no Brasil: situação atual e perspectivas. In: Anais do IV Congresso Latino-Americano, II Reunião Ibero-Americana e VII Reunião Brasileira de Ficologia, vol.1, 125-136, 1998.

- NECCHI, O.Jr., BRANCO, C.C.Z., SIMÕES, R.C.G., BRANCO, L.H.Z. Distribution of stream macroalgae in northwest region of São Paulo State, southeastern Brazil. *Hydrobiologia*. 299, 219-230, 1995a.
- NECCHI, O.JR. & BRANCO, C.C.Z., Phenology of a dioecious population of *Batrachospermum delicatulum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in a stream from southeastern Brazil. *Phycological Research*. 47, 169-174, 1998.
- NECCHI, O.JR., BRANCO, C.C.Z., BRANCO, L.H.Z. Distribution of stream macroalgae in São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies* 97, 43-57, 2000.
- NECCHI, O.Jr., BRANCO, L.H.Z., BRANCO, C.C.Z. Ecological distribution of stream macroalgal communities from a drainage basin in the Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Braz. J. of Biol.* 63, 635-646, 2003.
- NECCHI, O.Jr., BRANCO, L.H.Z., BRANCO, C.C.Z. Características limnológicas da bacia do Alto Rio São Francisco, Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. *Acta Limnol. Bras.*, 12, 11-22, 2000.
- NECCHI, O.Jr., BRANCO, L.H.Z., BRANCO, C.C.Z. Comparison of three techniques for estimating periphyton abundance in bedrock streams. *Arch. Hydrobiol.* 134, 393-402, 1995b.
- NECCHI, O.Jr., DIP, M.R., GÓES, R.M. Macroalgae of a stream in southeastern Brazil: composition, seasonal variation and relation to physical and chemical variables. *Hydrobiologia*. 213, 241-250, 1991.
- NECCHI, O. Jr. & PASCOALOTO, D. Seasonal dynamics of macroalgal communities in the Preto River basin, São Paulo, southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol.* 129, 231-252, 1993.
- NECCHI, O.Jr., PASCOALOTO, D., BRANCO, L.H.Z. Distribution of macroalgae in a tropical river basin from southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol.* 129, 459-471, 1994.
- NECCHI, O.Jr., PASCOALOTO, D., BRANCO, C.C.Z., BRANCO, L.H.Z. Stream macroalgal flora from the northwest region of São Paulo State, southeastern Brasil. *Algological Studies* 84, 91-112, 1997.
- PARANÁ. Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. Manual para recuperação da reserva florestal legal. Curitiba: FNMA. 1996.
- PFISTER, P. Seasonality of macroalgal distribution pattern within the reach of a gravel stream (Isar, Tyrol, Austria). *Arch. Hydrobiol.* 129, 89-107, 1993.
- PHILLIPS, R.A. & STEWART, K.M. Longitudinal and seasonal water chemistry variations in a northern appalachian stream. *Water Res. Bulletin*. 26, 489-497, 1990.

- PRINGLE, C.M. Nutrient spatial heterogeneity: effects on the community structure, physiognomy and diversity stream algae. *Ecology*. 71, 905-920, 1990.
- PRINGLE, C.M., NAIMAN, R.J., BRETSCHKO, G., KARR, J.R., OSWOOD, M.W., WEBSTER, J.R. WELCOMME, R.L., WINTERBOURN, M.J. Patchy dynamics in lotic systems: the stream as a mosaic. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, v.7, p.503-524, 1988.
- REBSDORF, A. THYSSEN, N. & ERLANDSEN, M. Regional and temporal variation in pH, alkalinity and carbon dioxide in danish stream, related to soil and land use. *Fresh. Biol.* 25, 419-475, 1991.
- REITER, M.A. & CARLSON, R.E. Current velocity in streams and the composition of benthic algal mats. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43, 1156-1162, 1986.
- ROSEMOND, A.D. Multiple factors limit seasonal variation in periphyton in a forest stream. *J. N. Benthol. Soc.* 13 (3), 333-344, 1994.
- ROUND, F.E. The biology of the algae. London: Edward Arnold. 269 p. 1965.
- RYAN, B.F., JOINER, B.L., RYAN, T.A. Minitab handbook. Duxbury Press, Boston. 374 p. 1985.
- SHEATH, R.G. The biology of freshwater red algae. In: ROUND, F.E. & CHAPMAN, D.J. (eds.) Progress in phycological reserch, 3. Bristol: Biopress Ltda. p. 89-157, 1984.
- SHEATH, R.G. & BURKHOLDER, J. Characteristics of softwater stream in Rhode Island. II: Composition and seasonal dynamics of macroalgae communities. *Hydrobiologia*. 128, 109-118, 1985.
- SHEATH, R.G. & COLE, K.M. Biogeography of stream macroalgae in North America. *J. Phycol.* 28, 448-460, 1992.
- SHEATH, R.G. & HAMBROOK, J.A. Freshwater ecology - In: COLE, K.M. & SHEATH, R.G. (eds.): Biology of red algae. Cambridge University Press, Cambridge, p. 423-453, 1990.
- SHEATH, R.G., HAMILTON, P.B., HAMBROOK, J.A., COLE, K.M. Stream macroalgae of eastern boreal forest region of North America. *Can. J. Bot.* 67, 3553-3562, 1989.
- SHEATH, R.G. MORINSON, M.O. KORCH, J.E. KACZMAREZYK, D., COLE, K.M. Distribution of stream macroalgae in south-central Alasca. *Hydrobiologia*, Dordrechtv. 135, 259-269, 1986.
- SHEATH, R.G. & MÜLLER. K.M. Distribution of stream macroalgae in four high arctic drainage basins. *Arctic* 50, 355-364, 1997.
- SHEATH, R.G., VIS, M.L., HAMBROOK, J.A., COLE, K.M. Tundra stream macroalgae of

- North America: composition, distribution and physiological adaptations. *Hydrobiologia*. 336, 67–82, 1996.
- SHERWOOD, A.R., RINTOUL, T.C., MÜLLER, K.M., SHEATH, R.G. Seasonality and distribution of epilithic diatoms, macroalgae and macrophytes in a spring-fed stream system in Ontario, Canada. *Hydrobiologia*. 435, 143-152, 2000.
- SHERWOOD, A.R. & SHEATH, R. G. Seasonality of macroalgae and epilithic diatoms in spring-fed streams in Texas, U.S.A. *Hydrobiologia* 390, 73-82, 1999.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. Biometry. W.H. Freeman, New York. 859 p. 1981.
- SOTHWOOD, T.R.E. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. New York: Chapman & Hall, 524 p. 1978.
- STEINMAN, A.D. & McINTIRE, C.D. Effects of current velocity and light energy on the structure of periphyton assemblages in laboratory streams. *J. Phycol.* 22, 352-361, 1986.
- STEINMAN, A.D. & McINTIRE, C.D. Effects of irradiance on the community structure and biomass of algal assemblages in laboratory streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Ottawa, v.44, p.1640-1648, 1987.
- STEINMAN, AD.,McINTIRE, GREGORY, S.V.L., LAMBERTI, G.A. Effects of irradiance and grazing on lotic algal assemblages. *J. Phycol.* 25, 478-485, 1989.
- STEVENSON, R.J., BOTHWELL, M.L., LOWE, R.L. (eds): Algal ecology - freshwater benthic ecosystems. - Academic Press, San Diego. p.150-181, 1996.
- STOCK, M.S. & WARD, A.K. Blue-green algal mats in a small stream. *J. Phycol.* 27, 692-698, 1991.
- TER BRAAK, C.J.F. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate analysis. *Ecology*, 67, 1667-1679, 1986.
- THOMAZ, E.L. & VESTENA, L.R. Aspectos Climáticos de Guarapuava-PR. Guarapuava: Editora UNICENTRO. 106 p. 2003.
- VAN DE HOEK, C., MANN, D.G., JAHNS, H.M. Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, 623p. 1995.
- VERB, R.G. & VIS, M.L. Macroalgal communities from a acid mine drainage impacted watershed. *Aquat. Bot.* 71, 93-107, 2001.
- WARD, J.V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 08, 02-08, 1989.
- WHITTON, B.A. Algae. In: WHITTON, B.A. (ed.). River ecology. Blackwell Scientific Publ., Oxford. 725 p. 1975.

- WHITTON, B.A., ROTT, E., FRIEDRICH. Use of algae for monitoring rivers. Innsbruck: Institut für Botanik, Universität Innsbruck, 193 p. 1991.
- WONS, I. Geografia do Paraná. Ed. Ensino Renovado, Curitiba. 172p. 1982.
- ZAR, J.H. Biostatistical Analysis, fourth edition. Prentice Hall. 663 p. 1999.